Revista
Educação
C&T
n.º04
ano 2025

Inteligência Artificial, Educação e Trabalho

Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável

Secretaria de Estado de **Ciência, Tecnologia e Inovação** de Mato Grosso

Org.: Coordenadoria de Regulação e Supervisão da Educação Superior

Governador do Estado de Mato Grosso
Mauro Mendes Ferreira

Vice-Governador
Otaviano Olavo Pivetta

Secretário de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação
Allan Kardec Pinto Acosta Benitez

Secretário Adjunto de Educação Profissional e Superior
Dimorvan Alencar Brescancim

Superintendente de Educação Profissional e Tecnológica
Ederson Andrade

Superintendente de Regulação e Supervisão da Educação Profissional e Superior
Albéria Cavalcanti de Albuquerque

Coordenadora de Regulação e Supervisão da Educação Superior
Fátima Araujo Barbosa Possamai

Equipe Técnica
Profa. Dra. Francieli Santos Rossi
Prof. Ms. Olaurildes Corrente
Prof. Dr. Rosemar Eurico Coenga

Conselho Editorial Científico
(Portaria nº 27/2024/SECITECI-MT e Portaria nº 086/2024/Seciteci-MT)
Albéria Cavalcanti de Albuquerque - Editora coordenadora
Fátima Araujo Barbosa Possamai - Editora adjunta
Olaurildes Corrente - Editor adjunto
Rosemar Eurico Coenga - Editor adjunto
Dimorvan Alencar Brescancim - Editor de Seção de Educação Profissional e Tecnológica
Francieli Santos Rossi - Editora de Seção de Ensino Superior
Ricardo Moreira da Silva - Editor técnico

Conselho Editorial
Prof. Dr. Antonio Nóvoa (Universidade de Lisboa, Portugal)
Prof. Dr. Alexandre Mariotto Botton (Unemat, Tangará da Serra - MT, Brasil)
Profa. Dra. Cláudia Cristina Ferreira Carvalho (UFGD, Dourados - MS, Brasil)
Prof. Dr. Cristovam Buarque (UNB, Brasília - DF, Brasil)
Profa. Dra. Eliane Aparecida Galvão Ribeiro Ferreira (Unesp, Assis - SP, Brasil)
Prof. Dr. Felipe Rodolfo de Carvalho (UFMT, Cuiabá - MT, Brasil)
Profa. Dra. Jacqueline Borges de Paula (UFMT, Cuiabá - MT, Brasil)
Prof. Dr. Moacir Lopes de Camargos (Unipampa, Bagé - RS, Brasil)
Prof. Dr. Marcelo Franco Leão (IFMT, Cuiabá - MT, Brasil)
Profa. Dra. Regina Silva Michelli Perim (UERJ, Rio de Janeiro - RJ, Brasil)
Prof. Dr. Rodrigo Rodrigues da Cunha Paiva (IFMT, Cuiabá - MT, Brasil)
Prof. Dr. Ricardo Magalhães Bulhões (UFMS, Três Lagoas - MS, Brasil)
Profa. Dra. Teresa Cunha (Universidade de Coimbra - Coimbra - Portugal)

Revista Educação C&T

n.º 04
ano 2025

Secretaria de Estado de **Ciência, Tecnologia e Inovação** de Mato Grosso

Org.: Coordenadoria de Regulação e Supervisão da Educação Superior

EDITORA ALTA PERFORMANCE

© Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Mato Grosso, 2025.

Todos os direitos reservados.
Proibida a reprodução de partes ou do todo desta obra sem autorização expressa dos autores (art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Douglas Rios – Bibliotecário – CRB1/1610)

R454
Revista Educação C&T / Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Mato Grosso. Organização da Coordenadoria de Regulação e Supervisão da Educação Superior. n.04. - - Cuiabá-MT: SECITECI-MT, 2025. [Ebook]

ISSN: 2764-8265 - Impresso
ISSN: 3085-7376 - Eletrônico
DOI: 10.29327/2686685.1.4

1. Inteligência Artificial. 2. Educação. 3. Trabalho. 4. Tecnologia. 5. Inovação.

Diagramação
Franco Jr. Leonel

Capa
Larissa Luz

Revisão Textual
Doralice Jacomazi

Editora Alta Performance
Rua 128, nº 67, Qd. F-29, Lt. 05, 2º Andar - Sala 03 - Setor Sul - CEP: 74.093-100 - Goiânia/Goiás
CNPJ: 21.538.101/0001-90 - Site: http://editoraaltaperformance.com.br/
Contatos: Larissa Pereira - (62) 98230-1212

Sumário

APRESENTAÇÃO 9

PALAVRAS DO SECRETÁRIO 11

PALAVRAS DO SECRETÁRIO ADJUNTO 13

Dossiê Temático: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO E TRABALHO: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável

Panorama, concepções e desafios contemporâneos da IA

A FUSÃO DAS INTELIGÊNCIAS 19
Carlos Antonio Rennó

ECOSSISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM MATO GROSSO: PESQUISA, EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO 34
Francieli Santos Rossi

CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DE IA PARA MATO GROSSO: LIÇÕES INTERNACIONAIS E EVIDÊNCIAS LOCAIS 45
Renata Pelissari / Cristiano Torezzan / Dhyego Silva Domingos Brandão / Fernando Selleri Silva / Rodrigo Couto de Menezes / Ruy Guilherme Peral da Silva / Ricardo Suyama / Rodrigo Bruno Zanin

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO E TRABALHO: UMA ANÁLISE DO DISCURSO SOBRE DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 61
Mariane Rocha Camargo Vasconcelos / Edwaldo Dias Bocuti / Elinez da Silva Rocha / Simone Francieli Guarnieri

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: NARRATIVAS DO TRABALHO DOCENTE NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL 73
Cinara Kottwitz Manzano Brenzan / Grasiela Veloso dos Santos Heidmann / Maria Luiza Troian / Milton Mauad de Carvalho Câmera Filho / Thielide Verônica da Silva Pavanelli Troian

Educação, currículo e formação profissional em IA

O ENSINO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA E PROPOSTA PARA ESCOLAS TÉCNICAS 91
Deivid de Almeida Padilha da Silva

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA 103
Cecília Batista Duarte Campos

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: POSSIBILIDADES DE PERSONALIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM PARA ESTUDANTES NEURODIVERGENTES 113
Dominique Junior Vais / Francisco Jose Gomes Pereira / Franciana dos Santos Carvalho / Romeilto Soares de Oliveira

MODELOS DE LINGUAGEM DE LARGA ESCALA (LLMS): IMPULSIONANDO A REVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CAMPO 126
Ruy de Oliveira / Matheus Cândido Teixeira

A INFLUÊNCIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA): CRIANDO NOVOS RUMOS PARA E COM A EDUCAÇÃO 140
Éder Gomes de Oliveira

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO SUPORTE DIDÁTICO PARA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL 153
Wilson Conciani

AMPLIAÇÃO DO PROGRAMA DE APRENDIZAGEM PROFISSIONAL NA MODALIDADE EAD: UMA EXPERIÊNCIA DE DESIGN INSTRUCIONAL COM USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL 164
Alzenir Rocha Venâncio / Gislaine Cristina de Brito Paulikevis

IMPLEMENTAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFG: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES 180
Marcelo Carboni Gomes / Wilson Conciani

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, TECNOLÓGICA E SUPERIOR: HISTÓRIA E DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MT NA ERA DA ECONOMIA 4.0 192
Allan Kardec Pinto Acosta Benitez / Jenaina Nasser / Julianne Caju de Oliveira Souza Moraes / Teonas de Meneses Moura

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: O PAPEL DO SENAC MATO GROSSO NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS PARA O FUTURO 211
Sérgio Henrique Pereira de Souza Ramos / Rosana Abutakka Vasconselos dos Anjos / Edson Dahmer da Silva

A INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DO ENSINO TÉCNICO: PESQUISA, DESAFIOS E SUPORTE NA ESCOLA TÉCNICA DE JUARA - MT 227
Renata Freitag / Weverton Ortiz Fernandes / Monique Allie Pereira Dantas / Adilson Paiva dos Santos

TOPE E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: DESAFIOS NA EDUCAÇÃO LINGUÍSTICA 242
Dieleem Mara da Silva Campos / Agnelso Oliveira Paré / Larissa Laura Jara de Campos

Experiências, metodologias e práticas inovadoras

A TECNOLOGIA NO PROCESSO DE RECRUTAMENTO E SELEÇÃO EM GESTÃO DE PESSOAS COM UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA 255
Luís Otávio Toledo Perin / Ana Carolina Oliveira Santos / Patrícia Kelli Silva de Oliveira

HIDROBOV: MONITORAMENTO INTELIGENTE DE BEBEDOUROS BOVINOS 271
Alessandro do Nascimento Brocco / Fabiano Keiji Taguchi / Marcos Pires de Almeida

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E AGRICULTURA 4.0: APLICAÇÕES, DESAFIOS DE CONECTIVIDADE E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL 283
Mauro Periquito Camilher Filho / Daniel Mazzer

OTIMIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL: APLICAÇÕES DE DRONES INTELIGENTES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL 305
Allan Muniz Mello Cid / Athus Martins Salgado do Amaral / Flaviane Santos da Costa / Fernando Salgado do Amaral

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO SUPERIOR 319
Vitório Pereira da Silva Netto / Marcia Helena Scabora / Lorena da Silva Moreira / Ilson Onuki

VIÉS ALGORÍTMICO E A NECESSIDADE DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ÉTICA EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS: UMA ANÁLISE À LUZ DA EXPERIÊNCIA DE MODELAGEM PARA O GOVERNO DIGITAL 336
Sandro Luís Brandão Campos

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E CIDADANIA NA ERA DIGITAL: O PAPEL DA EDUCAÇÃO NA UTILIZAÇÃO CRÍTICA DAS TECNOLOGIAS DE TRANSPARÊNCIA NO GOVERNO DE MATO GROSSO 349
Sandro Luís Brandão Campos / Maria Tereza Wichocki Monteiro

A UTILIZAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL 365
Thamires Silva Martins / Moisés de Moura Andrade / Wallace Silva Bismark

CLONAGEM DE VOZ COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA ROBÔS EDUCATIVOS: DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE ÁUDIOS PARA ALFABETIZAÇÃO E EXPRESSÃO EMOCIONAL 381
Maria Vittória Sousa Rodrigues Palma / Thais Reggina Kempner / Luciana C. L. de Faria Borges / Eunice P. dos Santos Nunes

TECNOLOGIAS DIGITAIS E A IA NA EDUCAÇÃO: VISÃO DOS PROFESSORES DA ESCOLA MUNICIPAL ADALCY DA CONCEIÇÃO RODRIGUES EM] ALTO ARAGUAIA-MT 397
Paulo Sérgio Sousa Freire / Lucas Kriesel Sperotto

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NOS CURSOS A DISTÂNCIA: VANTAGENS, DESVANTAGENS E DESAFIOS 412
Gilson Justino Ferreira dos Santos

AMPLIANDO HORIZONTES: O USO DE ANIMAÇÕES COMO ESTRATÉGIA COMPLEMENTAR NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 423
Bruna Eduarda Bezerra da Silva / Pedro Martins Sousa

POTENCIALIDADES DA IA PARA O ENSINO INTERDISCIPLINAR: UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM CRÔNICA E HQ 438
Marcos de Oliveira Valin Jr. / Bruno Felipe de Arruda / Higor Rafael Nogueira da Silva / Nícolas Gabriel Nani Araújo

INTERAÇÕES SOCIAIS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO 449
Alex Alves Almeida

TECNOLOGIAS DIGITAIS DE VANGUARDA NO DESENVOLVIMENTO DE ATRAÇÕES DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA NO MUSEU DE HISTÓRIA ATURAL DO ARAGUAIA - MuHNA 466
Ivairton Monteiro Santos / Jefferson Bento de Moura / Márcia Cristina Pascotto

A IA e o mundo do trabalho/setores estratégicos

O DIREITO ESPACIAL E A GUERRA ALGORÍTMICA: LIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL MILITAR NA GUERRA RÚSSIA X UCRÂNIA 485
Alexandre da Silva Nazareth / Vera Lúcia Magalhães Silva

SINERGIA ENTRE O PARQUE TECNOLÓGICO DE MATO GROSSO E O CURSO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E CIÊNCIA DE DADOS DO IFMT 502
Vinicius de Carvalho Araújo / Carlos Gracioli Neto

Seção Livre: Memória e institucionalização

A UTILIZAÇÃO DA IA COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS INDICADORES DE ODS NO CONTEXTO DA AGENDA DE 2030 NO MUNICÍPIO DE MATUPÁ - MT 519
Marindia Feliciano dos Santos / Kauany Kamilly Alves França / Daniel do Nascimento Mata

TRAJETÓRIA INSTITUCIONAL DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE PRIMAVERA DO LESTE E A CONSOLIDAÇÃO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL PÚBLICA EM PRIMAVERA DO LESTE 534
Thiago Maia Sayão de Moraes / Verônica Silva de Albuquerque / Willians Ribeiro Mendes / Adriana Tomasoni / Diogo Albino de Queiroz / Raul Tavares Cecatto

APRESENTAÇÃO

É com imensa satisfação que o Conselho Editorial da **Revista Educação C&T** apresenta a 4ª edição de nossa publicação. Este é um marco significativo em nossa jornada, reafirmando nosso compromisso inabalável com a difusão do conhecimento científico e com o fomento ao debate qualificado no tripé Educação, Ciência e Tecnologia. Queremos estender as mais calorosas boas-vindas a todos os leitores, autores, avaliadores e aos parceiros institucionais que apoiam nossa missão.

Esta edição é dedicada a um dossiê temático de crucial relevância para o cenário contemporâneo: **Inteligência Artificial, Educação e Trabalho: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável**. Os artigos desta coletânea exploram a IA em suas diversas facetas, abrangendo desde a personalização da aprendizagem, educação inclusiva, a aplicação de metodologias inovadoras e o impacto da IA em diferentes níveis de ensino. As contribuições analisam perspectivas locais e globais do desenvolvimento da IA, suas aplicações transformadoras em setores como o agronegócio, e discussões aprofundadas sobre as tendências e os desafios éticos e sociais inerentes ao avanço da IA. Nesta edição tivemos um conjunto expressivo de artigos de pesquisadores de diversas instituições e de diferentes regiões, impulsionando a visibilidade da revista. Esta diversidade e profundidade refletem o rigor e a qualidade das submissões recebidas.

Nosso profundo agradecimento se estende a todos que tornaram esta edição uma realidade. Aos membros do Conselho Editorial, pela curadoria e direção estratégica; aos pareceristas, pelo tempo, dedicação e discernimento que asseguram a qualidade de nosso conteúdo; e, sobretudo, aos autores, cuja paixão pela pesquisa e compromisso com o conhecimento enriquecem estas páginas. Reconhecemos e valorizamos, em especial, o apoio contínuo da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT), cuja visão e incentivo são fundamentais para que a **Revista Educação C&T** continue a ser um farol para a ciência, a tecnologia e a educação em nosso estado e no país.

Esperamos que os conteúdos desta 4ª edição sirvam de inspiração para novas investigações, debates aprofundados e a implementação de soluções inovadoras que contribuam para um futuro mais sustentável, justo e inclusivo. Convidamos a todos os leitores a mergulharem nas discussões aqui propostas, participando ativamente da construção coletiva do conhecimento e acompanhando as futuras edições da **Revista Educação C&T**, que permanecerá atenta às tendências e necessidades de nossa sociedade.

Conselho Editorial Científico
Revista Educação C&T

PALAVRAS DO SECRETÁRIO

Prezados leitores, pesquisadores, educadores e inovadores de Mato Grosso. É com imenso entusiasmo e senso de propósito que apresentamos a 4ª edição da Revista Educação C&T. Mais do que uma publicação, é a materialização do compromisso da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci) em fomentar o conhecimento, pesquisa e inovação como pilares essenciais para o desenvolvimento sustentável de nosso estado e do Brasil.

O dossiê temático desta edição – "Inteligência Artificial, Educação e Trabalho: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável" – reflete a urgência e a relevância de um debate que moldará o nosso futuro. A Inteligência Artificial (IA) transcendeu as fronteiras da ficção científica para se consolidar como uma realidade transformadora em quase todas as esferas de nossa vida. Em Mato Grosso, a discussão pode impulsionar a personalização do ensino, otimizar processos no agronegócio (nossa pujante Agricultura 4.0), acelerar descobertas científicas e redefinir o mercado de trabalho. Isso é fundamental para o progresso que almejamos.

Nesta edição, tivemos a honra de contar com um número expressivo de submissões, evidenciando o dinamismo acadêmico e a competência de pesquisadores provenientes de diferentes instituições. Esse nível de participação ressalta a força do nosso ecossistema voltado para ciência, tecnologia e inovação. Por meio de um criterioso processo editorial, garantimos a seleção das contribuições mais qualificadas e relevantes, o que resultou em um acervo diversificado e sólido de conhecimentos, abrangendo desde os desafios da ética algorítmica até as aplicações práticas da inteligência artificial na formação docente e na gestão.

Entender a inteligência artificial vai além do progresso tecnológico; trata-se de um passo essencial para preparar nossos estudantes e profissionais ante as novas exigências do mercado de trabalho. É fundamental avançarmos na utilização da IA para aprimorar a qualidade de vida, buscar soluções em diferentes setores e nos anteciparmos a riscos como

a propagação de vírus, crimes virtuais e, sobretudo, evitar o agravamento das desigualdades sociais causadas pela disparidade no acesso à internet de qualidade. Enquanto governo estadual, reconhecemos nossa responsabilidade em promover o uso consciente e amplo da IA, contribuindo para a qualificação da força de trabalho, o desenvolvimento econômico e a prosperidade de Mato Grosso.

Convido a todos a mergulharem nas páginas desta 4ª edição. Que as reflexões e descobertas aqui apresentadas inspirem novas pesquisas, motivem o engajamento e fortaleçam a colaboração entre academia, governo e sociedade. Que este conhecimento nos capacite a construir um futuro mais inovador, justo e equitativo para todos.

A educação, a ciência e a tecnologia, quando caminham juntas, são os verdadeiros pilares da transformação social.

Cordialmente,

Professor Doutor **Allan Kardec Pinto Acosta Benitez**
Secretário de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Mato Grosso

Prezados leitores, pesquisadores, educadores e parceiros,

É com imensa satisfação e grande entusiasmo que apresentamos a 4ª edição da **Revista Educação C&T**, uma publicação que se consolida com a disseminação do conhecimento e a reflexão crítica no cenário da ciência, tecnologia e educação em Mato Grosso. Dar continuidade ao legado construído nas edições anteriores é um compromisso que nos move, e esta edição chega para aprofundar um debate que moldará o nosso futuro: **Inteligência Artificial, Educação e Trabalho: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável**.

A Inteligência Artificial (IA) deixou de ser um conceito futurístico para se tornar uma realidade palpável que redefine as fronteiras de quase todas as esferas de nossa vida. Em particular, a sua influência na educação e no mercado de trabalho é um campo fértil para a inovação e, ao mesmo tempo, um cenário repleto de desafios que exigem nossa atenção e um olhar crítico. Conscientes da importância de discutir como a IA pode impulsionar a personalização do ensino, otimizar processos, acelerar descobertas científicas e transformar profissões, apresentamos esta publicação com o propósito de discutir temas pertinentes à contemporaneidade.

Para esta edição, tivemos o privilégio de receber um volume significativo de artigos, refletindo a importância da divulgação acadêmica, a expertise de pesquisadores, docentes e profissionais de diversas instituições de ensino e setores estratégicos. Cada submissão foi um testemunho do compromisso em desvendar as complexidades e explorar as potencialidades da IA. A diversidade de tópicos é notável, abrangendo desde o uso da IA na educação em diferentes níveis (Ensino Médio Técnico e Superior presenciais e ofertados por estratégias de educação híbrida e a distância) e áreas (Matemática, Biologia, Linguística), passando por suas aplicações no agronegócio (Agricultura 4.0, modelos de linguagem em larga escala, drones inteligentes), até discussões cruciais sobre ética algorítmica, governança e impactos sociais e econômicos.

Esta edição é um reflexo da missão da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci), que busca elevar a capacidade científica e tecnológica do nosso estado. As reflexões e descobertas apresentadas aqui fornecem insumos valiosos para a contínua qualificação profissional e tecnológica que oferecemos em nossa rede de Escolas Técnicas Estaduais. Compreender a IA é fundamental para preparar nossos estudantes e profissionais para as novas demandas do mercado de trabalho, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a prosperidade de Mato Grosso.

Convidamos a todos a mergulhar nas páginas desta 4ª edição, a refletir sobre os desafios e a enxergar as inúmeras oportunidades que a inteligência artificial nos apresenta. Que este conteúdo inspire novas pesquisas, motive o engajamento e fortaleça a colaboração entre academia, governo e sociedade, pavimentando o caminho para um futuro mais inovador, justo e equitativo para todos.

Com a certeza de que a educação, a ciência e a tecnologia, quando caminham juntas, são os verdadeiros pilares da transformação social.

Dimorvan Alencar Brescancim
Secretário adjunto de Educação Profissional e Superior - Seciteci-MT

Revista
Educação C&T

Dossiê Temático:

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO E TRABALHO: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável

Revista Educação C&T

Panorama, concepções e desafios contemporâneos da IA

A FUSÃO DAS INTELIGÊNCIAS

Carlos Antonio Rennó
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)
caronnow@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/3247409858803540

Resumo: A Inteligência Artificial (IA) originou-se inicialmente da imitação do neurônio humano por outro artificial que batizaram de *Perceptron* (Rosenblatt; Frank,1958), mas que se limitou a uma combinação matemática da coletânea de dados de entrada processada por uma função. Quando introduziram a realimentação desse processo, houve o reconhecimento de aprendizado. Atualmente está sendo difundida e utilizada a IA/Semântica, que se utiliza do maior banco de dados já existente, que é a própria internet, mas a IA/Lógica Nebulosa (Fuzzy Logic) e a IA/Redes Neurais Artificiais são outras combinações igualmente importantes.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Semântica. Rede Neural Artificial. Lógica Nebulosa.

Abstract: *The Artificial Intelligence initially (AI) originated from the imitation of the Human Neuron by another artificial one that they called Perceptron (Rosenblatt, Frank.1958), which was limited to a mathematical combination of the collection of input data processed by a Function. When they introduced feedback from this process, learning was recognized. Currently, AI/Semantics is being disseminated and used, which uses the largest database that already exists, which is the Internet itself, but AI/Fuzzy Logic and AI/Artificial Neural Networks are other equally important combinations.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Semantics. Artificial Neural Network. Fuzzy Logic.*

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é atualmente um assunto popularmente difundido, mas para a maioria das pessoas é muito abstrata, confusa mesmo. Passa-se a impressão de que a IA é uma coisa única quando na verdade possui uma multiplicidade de tipos e funções. O princípio da IA encontra suas bases nos diversos "algoritmos de otimização" desenvolvidos pelos estudiosos dos cursos na área das Ciências da Computação com o objetivo de atingir uma convergência, e isso significa aprender. E o aprender sinaliza uma inteligência.

Existem diversos dispositivos projetados pelo ser humano que apresentam elevadas características não lineares, inerentemente instáveis e

DOI: 10.29327/2686685.1.4-1

variáveis no tempo, difíceis de serem modelados e controlados. Os métodos clássicos que são usados para sistemas lineares apresentam limitações quando aplicados a sistemas com essas características. Existem abordagens alternativas modernas para estudar, modelar e controlar tais sistemas, mas algumas são denominadas de não convencionais, mais conhecidas como baseadas em conhecimento e incluem o uso de ferramentas de inteligência artificial (Shaw; Simões, 1999).

1. METODOLOGIA

Quando iniciei os meus estudos para o doutorado na área de servomecanismos automatizados (Robôs), me deparei com as dificuldades e saturação do tema para o controle de uma cadeira de rodas para pessoas com tetraplegias que dificilmente teriam condições de se locomover sem ajuda de um assistente. No início do desenvolvimento da minha tese, o fiz consultando a bibliografia sobre o assunto e pude perceber que, dentre os trabalhos já desenvolvidos, muito deles já se baseavam no uso da inteligência artificial em substituição ao controle clássico. Dessa forma, parti para essa direção, visto que as avaliações de trabalhos anteriores permitiam atribuir um peso para tal, conforme a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Pesos comparativos de controles simples e combinados

Campos / Tipos	Lógica Nebulosa	Redes Neurais Artificiais	Controle Clássico
Modelo Matemático	4	8	8
Habilidade para Aprender	0	8	0
Representação de Conhecimento	8	0	2
Conhecimento Especialista	8	0	2
Não-Linearidade	8	8	0
Habilidade em Otimizar	0	4	2
Tolerância a Falhas	8	8	0
Tolerância a Incertezas	8	8	0
Operação em Tempo Real	8	4	8
Total Individ.	**52**	**48**	**22**
Total Int. Parc. 1		**100**	
Total Int. Parc. 2		**70**	

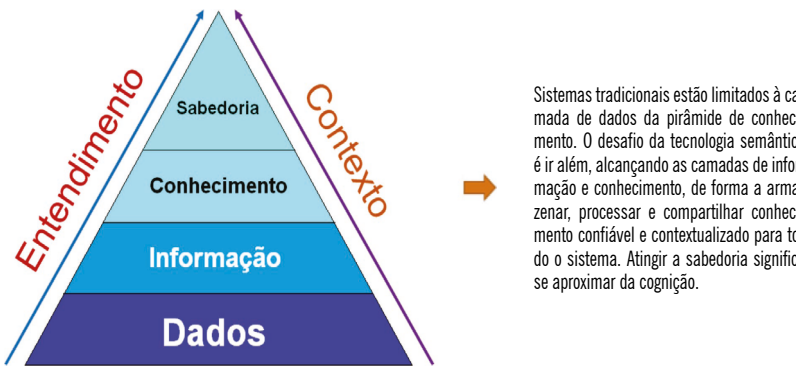
Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

1.1 Inteligência artificial semântica

A Inteligência Artificial Semântica é a capacidade de máquinas compreenderem e interpretarem o significado de dados, como texto e fala em um conjunto de conceitos e a relação que os unem. Isso permite que os sistemas de IA semânticos processem informações com uma interpretação de forma similar à dos humanos.

Quando utilizamos uma ferramenta de pesquisa como o Google, embora não percebamos, ela se utiliza desse tipo de inteligência artificial para facilitar a vida do usuário que, ao procurar, digita seu objetivo de forma abstrata, que é reinterpretado pela semântica, tornando mais eficaz a localização do objeto desejado.

Figura 1 - Pirâmide do conhecimento e o desafio da tecnologia semântica



Fonte: Adaptado de Wikipédia.

O meu contato inicial com esse tipo de inteligência foi nos meados dos anos 80, quando comprei o meu primeiro computador pessoal de 8 bits e iniciei os meus estudos de programação. Naquela época, já haviam lançado uma linguagem "Lisp" voltada para desenvolver programas de Inteligência Artificial Semântica e com ela vinha um programa exemplo para a consulta da geografia dos Estados Unidos, acompanhado de um banco de dados sobre isso, que eu adquiri nessa abertura que estava fazendo em uma nova área. Eu me lembro bem de que, ao ativar o programa, escrevi: "What is the smallest city in the United State" e ele respondeu: "Smallville City". Na década de 80, esta era uma

pequena cidade situada no estado americano do Kansas. Pude perceber com isso que estava diante de algo muito útil e que teria um futuro garantido.

Naquela época, estávamos no início da utilização da internet e não havia uma ferramenta como o Google. Hoje em dia, a Inteligência Artificial Semântica está incorporada aos mais diversos "mecanismos de procura" que se ligam ao maior banco de dados que existe no planeta, que é a própria internet, maximizando o poder dos dados e garantindo o acesso rápido e otimizado à mídia. O conteúdo existente nessa rede mundial é tão extenso e diversificado que já está permitindo a elaboração de trabalhos, artigos e até mesmo teses, com uma velocidade nunca antes imaginada.

Naturalmente, a qualidade do conteúdo gerado na pesquisa vai depender de uma revisão rigorosa pelo seu autor e/ou seus pares para evitar casos absurdos que possam ser gerados por esta própria inteligência devido a uma má colocação no processo de pesquisa.

Vale salientar que o ser humano ainda continua a ser o fator fundamental. Não estamos fora por enquanto, mas a cada dia, ela, a inteligência artificial, avança mais.

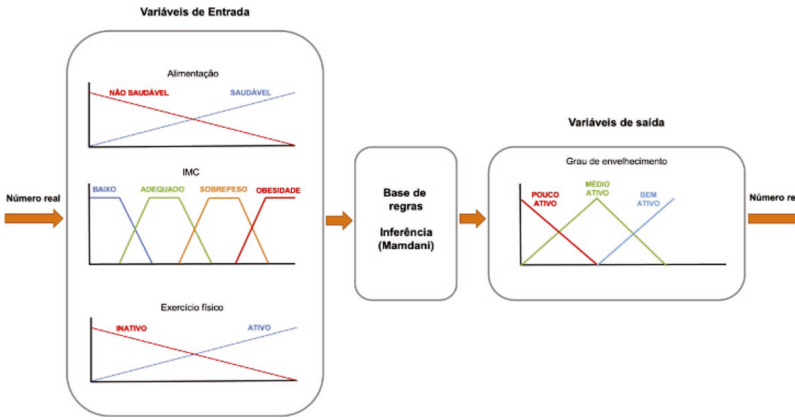
1.2 Lógica Nebulosa ou Fuzzy

Quando, na primeira década de 2000, iniciei o meu doutorado, voltei a ter contato com mais dois outros tipos de IA. A primeira delas foi a Lógica Nebulosa (que os americanos denominaram *Fuzzy Logic*) e percebi nela que era uma extensão e evolução da tradicional "Lógica Booleana", que se limitava ao "Sim" ou "Não", mas agora se baseando em um conhecimento de um assunto permitindo um "quase sim" e um "quase não", tendo então uma função dedicada sendo então "possibilística", pois se baseia nas possibilidades que podem ser feitas daquele conhecimento.

Assim, ela é considerada uma forma de lógica que lida com modelos de raciocínios imprecisos ou aproximados (Zad, 1973) com diversas combinações entre o "Sim" e o "Não". Essa IA pode, por exemplo, oferecer um parecer inicial básico para diversos setores, tais como: Educação, Saúde, Direito, entre outros. Sua atuação abrangente sinaliza que poderá

substituir aqueles profissionais dessas diversas áreas do conhecimento que não possuam uma especialização.

Figura 2 - Variáveis de pertinência da lógica que, baseadas em regras, geram um centroide para a variável de saída aplicada aqui na área de saúde



Fonte: Stopa, 2023.

1.3 Modelagem Nebulosa baseada em Conhecimento

A geração de uma tabela que estabeleça uma correlação entre variáveis de estado de uma planta, como a cadeira de rodas, e a ação necessária para controlá-la, de certa forma, é uma "*modelagem nebulosa baseada em conhecimento*" e eu a fiz naquele meu trabalho de uma cadeira de rodas para pacientes tetraplégicos ao estabelecer as premissas de como ela deveria se comportar. Essas premissas se baseiam no meu conhecimento para o objetivo final do controle em si, conforme a tabela simplificada a seguir:

Tabela 2 - Regras simplificadas para os quadrantes do controle "Fuzzy" da cadeira de rodas

Veloc. Ang. \ \ Ang.	$\theta < 90^0$	$\theta = 0$	$\theta > 90^0$
$\omega < 0$	F > 0 ω contra		F < 0 ω a favor
$\omega = 0$		F = 0	
$\omega > 0$	F > 0 ω a favor		F < 0 ω contra

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

Sendo que: θ = Ângulo de inclinação;
ω = Velocidade angular;
F = Força de atuação ou ação U.

O problema daquela minha tese objetivou controlar a cadeira de rodas com movimentos para frente, para trás, parar e equilibrar uma plataforma móvel em torno de seu CG (Centro de Gravidade) que, elevado, podia girar apenas em dois sentidos: esquerda e direita.

Figura 3 - Gráfico com as Funções de Pertinência de um controlador "Fuzzy"

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

Primeiramente, define-se o que é uma variável de saída negativa, positiva, entre outros referenciais da plataforma da forma:

a) muito negativo (azul claro);
b) pouco negativo (verde);
c) zero (vermelho);
d) pouco positivo (azul);
e) muito positivo (rosa).

1.4 Redes Neurais Artificiais

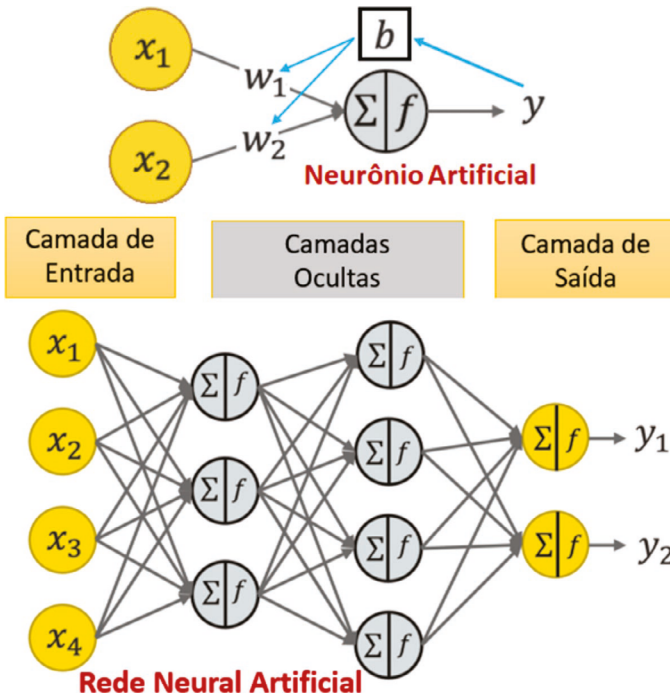
A segunda delas, a que tive contato no doutorado e não menos interessante, são as "Redes Neurais Artificiais", com as suas estruturas de "neurônios assemelhados" aos biológicos em diversas camadas realimentadas, podendo aprender e imitar até sistemas não lineares complexos em um comportamento probabilístico, porque a sua resposta é uma probabilidade.

O "neurônio artificial" é o menor bloco de construção em todas as redes neurais. Em uma rede neural artificial, o neurônio artificial recebe como entrada um ou mais estímulos na forma de sinais que são números reais (x_1, x_2, ...). A saída (y) de cada neurônio é calculada usando alguns pesos iniciais (W_1, W_2, ...), modificados por uma retropropagação (que aqui por simplificação denominei de *b e não de 'bias'*) e uma função de ativação definida (f) linear ou não linear da somatória (Σ) de suas entradas (x_1, x_2, ...).

Para as redes, temos algumas definições:

- As conexões entre os neurônios são chamadas de arestas;
- Tanto os neurônios quanto as arestas têm um peso. Este parâmetro se ajusta e muda à medida que o aprendizado prossegue por um mecanismo de retropropagação;
- O peso aumentado ou diminuído mostra a força do sinal em uma conexão "sináptica";
- Os neurônios podem ter um limiar. Um sinal é enviado somente se o sinal agregado cruzar esse limite.

Figura 4 - As diversas conexões dos neurônios artificiais de uma rede neural artificial com retropropagação



Fonte: Adaptado de kanime.com.

O sensoriamento de sons e, principalmente de comandos vocais, é muito utilizado em navegação robótica para o desvio de obstáculos e deslocamentos em ambientes não estruturados. Contudo, uma tarefa altamente desejável, porém de difícil implementação, é a detecção e reconhecimento de sons e comandos vocais confiáveis, devido às fortes interferências que o sistema de sensoriamento de sons sofre do meio ambiente, como variações de temperatura e correntes de ar, além de ruídos.

Além disso, a forma como o sinal de som varia é intrinsecamente não linear. A aplicação de redes neurais para o reconhecimento de comandos vocais vem se mostrando muito eficiente em diversas pesquisas realizadas. A utilização de redes neurais normalmente é indicada quando o processo envolvido é não linear e/ou difícil de modelar matematicamente, sendo exatamente este o caso em questão.

A utilização de reconhecimento de voz para o sensoriamento externo da cadeira de rodas móvel deve-se ao fato de que esses sistemas apresentam excelente relação custo-benefício, sendo muito baratos, além de fornecerem um conjunto de informações suficientes para permitir que uma cadeira de rodas móvel possa se deslocar com relativa segurança em ambientes parcialmente estruturados.

O reconhecimento de referências vocais utilizando o reconhecimento de voz é uma tarefa complexa, como já foi dito, quer pela sensibilidade do reconhecimento de voz a distúrbios ambientais, principalmente variações de temperatura e correntes de ar, quer pela não linearidade do processo, de difícil modelagem matemática. Por esses motivos, as redes neurais tornam-se as principais candidatas para utilização. Pode-se constatar ao final deste artigo que o seu emprego permitiu a obtenção de excelentes resultados.

A Tabela 3 a seguir resume o percentual de acerto associado a cada um dos seis tipos de referências vocais de comando da cadeira de rodas pelo tetraplégico, obtido por cada uma das redes implementadas (denominadas RPROP e Levemberg-Marquardt). Os valores indicados referem-se somente ao conjunto de teste, não envolvidos no treinamento.

Tabela 3 - Acertos pela RNA para cada comando

Tipo de Referência Vocal	RPROP	Levenberg-Marquardt
Avançar	94,3%	97,7%
Direita	100,0%	100,0%
Esquerda	100,0%	100,0%
Inclinar	87,4%	91,5%
Parar	93,4%	100,0%
Recuar	100,0%	96,7%
Em Geral	95,8%	97,6%

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As redes neurais artificiais de retropropagação tendem a ser mais lentas para treinar do que outros tipos de redes e, às vezes, exigem milha-

res de iterações. Isso porque a unidade central de processamento da máquina deve calcular a função de cada nó e conexão separadamente. Isso pode ser muito complicado e causar problemas em redes muito grandes que contêm uma grande quantidade de dados. No entanto, as máquinas contemporâneas possuem microprocessadores rápidos o suficiente para contornar a maioria desses problemas de processamento.

Não é de hoje que os seres humanos tentam **emular a inteligência humana**. Acredita-se que tal desejo é muito antigo, datado dos povos fenícios na Mesopotâmia.

Séculos depois, a revista *Mind*, da Universidade de Oxford, publicou o artigo *Computing Machinery and Intelligence* (Turing, 1950), no qual fez o seguinte questionamento: "As máquinas podem... pensar?". A publicação é considerada um marco em termos de debate científico sobre a possibilidade de as máquinas emularem ou reproduzirem capacidades antes inerentes ao cérebro humano. Desde que assisti, a partir da década de 50, a filmes de ficção científica, um conjunto de ideias diversas foi apresentado sob um aspecto mais romântico do que científico, que permitiu interpretações leigas assustadoras, mas muitas daquelas imaginações que eram fictícias se tornaram promissoras.

Cinco anos depois, em 1955, John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon publicaram um estudo dando continuidade à temática iniciada por Turing no Dartmouth College, em New Hampshire, EUA. Na ocasião, propuseram que "...todos os aspectos da aprendizagem [...] podem, em princípio, ser descritos com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-la" (McCarthy; Minsky; Rochester; Shannon, 1955).

Assim, surge o **conceito de Inteligência Artificial (IA)**, que se tornou realidade nas últimas décadas a partir de três vetores:

1. Criação de algoritmos de "*machine learning*" (aprendizado de máquina);
2. "Explosão" do volume de dados disponíveis na internet;
3. Capacidade computacional com processadores velozes.

Nos últimos cinco anos, a disponibilidade e desenvolvimento acelerado desses três recursos geraram o avanço da IA, especialmente a generativa. Atualmente, já temos as *redes neurais difusas que* combinam os

princípios da *lógica nebulosa* e das *redes neurais artificiais*. O resultado é uma ferramenta poderosa que pode lidar com *dados complexos* e incertos. Essas redes são capazes de aprender e fazer previsões com base em padrões nos dados, além de representar a incerteza nos dados.

As redes *neurais difusas* são úteis em uma ampla gama de aplicações, incluindo robótica, processamento de imagens e processamento de *linguagem natural*. Por exemplo, na robótica, essas redes podem ser usadas para controlar o movimento de um robô em um ambiente incerto. No processamento da imagem, essas redes podem ser usadas para reconhecer objetos em uma imagem que pode estar parcialmente obscurecida ou difícil de identificar. No processamento de *linguagem natural*, essas redes podem ser usadas para entender o significado das palavras que têm *várias interpretações*.

As redes *neurais difusas* são capazes de lidar com *dados complexos* e *incertos* e são úteis em uma ampla gama de aplicações. Ao representar a incerteza nos dados, essas redes são capazes de fazer previsões mais precisas e, portanto, são uma ferramenta importante no campo da *inteligência artificial*.

Na minha opinião, a junção das três IAs citadas anteriormente levará a um comportamento computacional que se assemelhará ao humano, com a sua cognição inclusive permitindo:

- Um raciocínio automatizado que está no cerne da inteligência artificial, no qual o foco está em criar sistemas que possam navegar independentemente no plano das deduções e inferências lógicas;
- Uma computação autonômica que é frequentemente referida como computação autogerenciável ou autocurativa, um conceito dentro da inteligência artificial e da ciência da computação;
- Um robô autônomo, que é uma máquina equipada servoacionada com sensores, processadores e atuadores que permitem que ele perceba seu ambiente, processe informações e tome ações sem a intervenção humana.

Um estudo da empresa Accenture, intitulado "*Work, workforce, workers Reinvented in the age of generative AI*", (Shook, 2024), destaca que:

- 81% das organizações veem na IA generativa uma ferramenta que impulsiona o negócio para sua reinvenção;
- 95% dos trabalhadores consultados avaliam que a IA generativa agrega valor às suas rotinas laborais;
- 82% dos trabalhadores já conhecem e usam ferramentas com a tecnologia de IA;
- Entre as companhias consideradas líderes em seus segmentos, uma em cada quatro delas tem duas vezes mais chances de aumentar sua produtividade em 20% ou mais nos próximos três anos a partir do uso da IA generativa.

A principal aplicação trazida pelas companhias é na realização de tarefas repetitivas, que ajuda a liberar horas de profissionais para atividades que envolvem maiores níveis de complexidade.

Entre as áreas com maior potencial de uso da ferramenta estão a de serviços financeiros, em busca de produtividade; a educação, que tem mudado o processo de aprendizagem para acompanhar as novas gerações e sua forma de pensar.

Com a evolução das IAs, novas funções serão criadas, mas as pessoas estarão prontas para isso? Os profissionais devem buscar desenvolver habilidades para lidar com a tecnologia para esse período de transição e os próximos anos de avanço.

É o mesmo processo pelo qual o setor de tecnologia passou nos últimos anos em busca de profissionais de desenvolvimento. Enquanto havia uma grande quantidade de postos de trabalho, a de profissionais capacitados não acompanhava a oferta.

Em 2023, um levantamento da Google apontou que o Brasil passará por um déficit de 530 mil profissionais de tecnologia até 2025. A tendência é que a mesma situação ocorra em relação à capacitação para usar a IA.

Nesse contexto de avanço tecnológico, com a IA ajudando a resolver tarefas de baixa complexidade. Isso porque os profissionais devem entender a tecnologia como um copiloto, que pode os aconselhar e mostrar caminhos, mas a tomada de decisões deve continuar sendo humana.

Habilidades humanas, como a intuição e a inteligência emocional, são fatores que a IA ainda não consegue entregar de forma eficiente, e as escolhas também devem considerar esses aspectos que vão além da lógica racional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recentemente, alguns cientistas ligados ao desenvolvimento da inteligência artificial manifestaram-se preocupados com a tendência de que a utilização desta possa vir a prejudicar o ser humano. Entre as preocupações está a violação de privacidade, uma vez que dados de usuários de internet são utilizados para treinar as IAs generativas.

A IA, sobretudo a do tipo generativa, está revolucionando a forma como as sociedades trabalham e se organizam. Outro risco é que algoritmos usados em sistemas de IA, ao serem treinados por humanos, disseminem preconceitos e aumentem desigualdades.

Não são poucos os perigos associados à inteligência artificial. Entre os mais marcantes estão a concentração de poder nas mãos de poucas empresas, o desaparecimento de empregos pela automação de atividades, a disseminação descontrolada de ataques cibernéticos e o desenvolvimento de armas autônomas. Em resumo, podemos sintetizar no Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Riscos devidos à inteligência artificial

Risco	Descrição
Privacidade	A IA pode coletar, analisar e interpretar dados pessoais, o que pode levar a violações e discriminação
Desinformação	A IA pode ser usada para criar conteúdo falso, como '*deepfakes*', que podem ser usados para desinformar ou manipular informações
Discriminação	Algoritmos de IA podem ser treinados por humanos de forma a disseminar preconceitos
Segurança	Sistemas de Segurança podem ser alvo de ataques cibernéticos mais eficientes pela utilização da IA
Ética	A IA pode ser usada para tomar decisões que afetam a vida das pessoas, como em sistemas de justiça criminal
Impacto social e econômico	A IA pode impactar a sociedade e a economia, por exemplo, através da automação e da perda de empregos, além de induções nos sites da área de economia como Bolsa de Valores

Fonte: Dados da pesquisa (elaborado pelo autor).

A acessibilidade para o público geral também foi um fator importante para esse sucesso. Até então, a IA era um recurso de uso escasso, praticamente restrito a organizações e grandes laboratórios. Agora, as ferramentas estão disponíveis para o usuário "final", gerando uma democratização da tecnologia.

As IAs também têm gerado grande impacto para as empresas, apoiando a análise de grandes volumes de dados e fornecendo insights a respeito deles, por exemplo.

Existem cinco principais desafios relacionados à IA que devem ser avaliados pelas sociedades e organizações. São eles:

1. **A propriedade intelectual** - as organizações precisam garantir direitos intelectuais, evitando que a tecnologia se aproprie e cometa *violações inadvertidas*.
2. **Privacidade e segurança de dados** - o uso da IA também deve estar em conformidade com direitos de privacidade e legislações, como a *Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)*.
3. **Responsabilidade sobre o produto** - no caso das companhias, antes de apresentar ao mercado um produto ou serviço desenvolvido com IA, *é importante realizar vários testes*, uma vez que a habilidade será do usuário.
4. **Credibilidade sobre resultados** - *no caso da IA generativa, ainda se discute sobre a transparência* em relação às fontes usadas para dar base ao resultado entregue ao usuário.
5. **Identidade por voz e por imagem** - O "*deepfake*", técnica que faz uso de aplicações para alterar rostos e vozes, é outra questão latente. A utilização indevida da IA para criar conteúdos falsos demanda, na mesma medida, tecnologias para identificar esse tipo de uso e reconhecer identidades por voz e imagem.

A inteligência artificial está transformando a atuação de empresas e setores, contribuindo diretamente com o aumento da produtividade, ao mesmo tempo que também desenha novos cenários para profissionais.

Em razão dessas mudanças, é essencial que tanto as organizações quanto os indivíduos se adaptem e se preparem para um futuro moldado pela colaboração entre humanos e máquinas.

REFERÊNCIAS

MCCARTHY, John; MINSKY, Marvin; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. **AI Magazine**, v. 27, n. 4, p. 12, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904. Acesso em: 13 maio 2025.

ROSENBLATT, Frank. The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. **Psychological Review**, v. 65, n. 6, p. 386-408, 1958. Disponível em: https://doi.org/10.1037/h0042519. Acesso em: 13 maio 2025.

SHAW, Ian S.; SIMÕES, Marcelo G. **Controle e Modelagem Fuzzy**. Inteligência Artificial. São Paulo: Edgard Blucher; FAPESP, 1999. ISBN: 09788521204169.

SHOOK, Ellyn. **Work, workforce, workers reinvented in the age of generative AI**. Accenture, 2024. Disponível em: https://www.accenture.com/il-en/insights/consulting/gen-ai-talent. Acesso em: 13 maio 2025.

TURING, Alan. M. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, v. LIX, n. 236, p. 433-460, 1950. Disponível em: https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433. Acesso em: 13 maio 2025.

ZADEH, Lotfi A. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. SMC-3, p. 28-44, 1973. DOI: https://doi.org/10.1109/TSMC.1973.5408575.

ECOSSISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM MATO GROSSO: PESQUISA, EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO

Francieli Santos Rossi
Secretaria de Estado de Ciência Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
francielerossi@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/5695996041374897

Resumo: Este artigo explora as principais iniciativas de pesquisa, formação e aplicação de Inteligência Artificial (IA) em Mato Grosso, com ênfase em seu impacto na educação, saúde, meio ambiente e gestão pública. A pesquisa qualitativa, baseada em revisão bibliográfica e documental, mapeou os projetos desenvolvidos em instituições de ensino superior como a UFMT, IFMT e Unemat, e as ações promovidas por órgãos públicos e entidades como a Fapemat, Senac e Senai. O estudo destaca, ainda, a criação de cursos voltados à formação técnica e superior em IA e Ciência de Dados, além da utilização de tecnologias inovadoras, como robótica e algoritmos de aprendizado de máquina, nas práticas pedagógicas. Ao apresentar os resultados, o artigo revela a crescente adoção de IA no processo de ensino-aprendizagem, na modernização da gestão pública e no fortalecimento da inovação tecnológica no estado. As conclusões apontam para a integração estratégica de diferentes setores da sociedade, visando ao desenvolvimento sustentável e à inclusão digital, com foco no uso ético e responsável das tecnologias emergentes.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Pesquisa acadêmica. Gestão pública. Inovação tecnológica. Mato Grosso.

Abstract: *This article explores the main research, training, and application initiatives of Artificial Intelligence (AI) in Mato Grosso, with an emphasis on its impact on education, health, environment, and public management. The qualitative research, based on bibliographic and documentary review, will map the projects developed at higher education institutions such as UFMT, IFMT, and UNEMAT, and the actions promoted by public bodies and entities such as FAPEMAT, Senac, and Senai. The study also highlights the creation of courses focused on technical and higher education in AI and Data Science, as well as the use of innovative technologies such as robotics and machine learning algorithms in teaching practices. Presenting the results, the article reveals the growing adoption of AI in the teaching-learning process, modernization of public management, and strengthening of technological innovation in the state. The conclusions point to the strategic integration of different sectors of society, aiming at sustainable development and digital inclusion, with a focus on the ethical and responsible use of emerging technologies.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Academic Research. Public administration. Technological Innovation. Mato Grosso.*

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é um pilar no avanço científico e tecnológico global, e o Brasil se destaca nesse cenário, impulsionado por pesquisadores e instituições de excelência. Entre os pioneiros brasileiros em IA está a professora Teresa Bernarda Ludermir, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Com mais de 40 anos de experiência, Ludermir é uma referência em redes neurais e aprendizado de máquina, tendo defendido a primeira dissertação de mestrado em redes neurais no Brasil em 1986 e o doutorado no Imperial College London em 1990. Atualmente, ela coordena o Centro de Excelência em Inteligência Artificial para Segurança Cibernética, desenvolvendo soluções inovadoras para proteção de dados e infraestrutura digital.

Outros pesquisadores de destaque incluem Fabiano de Abreu Agrela Rodrigues, da Universidad Europea del Atlántico e Universidade Autónoma de Encarnación, que integra neurociência e IA com foco em algoritmos cognitivos e sistemas inspirados no cérebro humano. Ele propõe métodos híbridos de IA e explora os impactos éticos e sociais da tecnologia. Rodrigo Frassetto Nogueira, professor da Universidade de Nova York (NYU), é uma referência internacional em Processamento de Linguagem Natural (PLN), coautor de trabalhos inovadores em busca neural e aprendizado profundo, e contribui para o desenvolvimento de modelos de linguagem e aplicações em saúde, direito e educação.

Diversas instituições brasileiras consolidam-se como polos de excelência em pesquisa em IA. A Universidade de São Paulo (USP), por meio do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), coordena o projeto Inteligência Artificial Recriando Ambientes (IARA), focado em aplicações industriais como veículos autônomos e robótica. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) abriga o Brazilian Institute of Data Science (BI0S), dedicado à saúde digital e agricultura de precisão. A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) lidera o Centro de Inovação em Inteligência Artificial para a Saúde (CIIA-Saúde), enquanto a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) coordena o Centro de Excelência em Inteligência Artificial para Energias Renováveis. A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) se destaca com o Laboratório de Engenharia de Software (LES), sob a

direção do professor Carlos José Pereira de Lucena, pioneiro em computação brasileira e referência em sistemas multiagentes e engenharia de software.

Este artigo analisa o panorama da pesquisa em IA no Brasil, com foco no estado de Mato Grosso. O objetivo é mapear as instituições de ensino superior envolvidas, os programas de pós-graduação com teses e dissertações na área, as ações de capacitação para servidores públicos e as aplicações práticas de IA na gestão pública.

1. DESENVOLVIMENTO

No estado de Mato Grosso, a pesquisa e a aplicação da Inteligência Artificial (IA) têm avançado de forma significativa em diferentes instituições de ensino superior, com projetos que evidenciam a diversidade de áreas envolvidas e o compromisso com a inovação tecnológica. Na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), por exemplo, diversas iniciativas têm se destacado pela aplicação da IA em contextos interdisciplinares.

Entre elas, o projeto *TB-MT Dashboard*, coordenado pela professora Josilene Dália Alves, utiliza técnicas de estatística espaço-temporal integradas ao aprendizado de máquina para análise epidemiológica. Já no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCOMP), o professor Cristiano Maciel lidera pesquisas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias para o processamento automático do IGG e ICP. Além disso, o professor Josiel Maimone de Figueiredo investiga o uso da IA em atividades de controle governamental, enquanto Diogo Henrique Duarte Bezerra analisa o impacto dessa tecnologia na educação a distância.

No Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), a IA também é objeto de estudo e prática educacional. No Campus Cuiabá - Cel. Octayde Jorge da Silva, são desenvolvidas pesquisas sobre as percepções sociais da IA, e no Campus Primavera do Leste, investiga-se sua inserção na formação de professores. O Campus Várzea Grande, no que lhe concerne, demonstra um forte investimento institucional com a oferta do curso superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados, voltado à capacitação técnica dos alunos para o mercado digital.

A Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat) tem se consolidado como um importante polo de produção de conhecimento em IA, com projetos interdisciplinares que abrangem desde o jornalismo até o esporte. Destacam-se iniciativas como o Gedifi, voltado à reconstrução digital de rostos de mulheres invisibilizadas pela história, e pesquisas na área de jornalismo colaborativo com uso de IA. No âmbito dos programas de pós-graduação, o Programa de Pós-Graduação de Matemática em Rede (Profmat) desenvolveu estudos que investigam o uso de IA generativa no ensino de matemática, incluindo a utilização do ChatGPT para resolução de problemas da Olimpíada de Matemática e a criação de sequências didáticas com Geogebra.

Outros trabalhos destacam o uso de criptografia e ferramentas como o Portugol Webstudio no ensino matemático. Já o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática explora aplicações da IA em robótica educacional, *machine learning* para mapeamento agrícola, fabricação digital com Tinkercad e objetos interativos de aprendizagem, reforçando o papel da Unemat na promoção da inovação pedagógica. Essas ações foram debatidas e ampliadas durante a 11ª Semana Pedagógica, realizada em fevereiro de 2025, reforçando o alinhamento da universidade com a formação docente mediada por tecnologias emergentes.

A atuação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Fapemat) fortalece esse ecossistema de inovação ao selecionar e financiar projetos com forte componente de IA em diferentes áreas. Na educação, destacam-se os projetos "Inteligência Artificial e a Escrita Criativa na Era Digital", de Elisangela Alves Campos, e "Inteligência Computacional e *Scratch* na Matemática", de Juliano Garcia de Oliveira, que buscam integrar IA e programação ao processo de ensino-aprendizagem.

Na área ambiental e de geotecnologias, iniciativas como o Geoatlas Digital de Cuiabá, coordenado por Samuel Matiazo, utilizam IA e geoprocessamento para análise territorial. Projetos como o "ALFDRONE" e "Educação e Tecnologia a Serviço do Meio Ambiente" exploram o uso de drones e IA para monitoramento de resíduos, enquanto o "SmartFarms" propõe soluções inteligentes de energia para o agronegócio, unindo IA à Internet das Coisas (IoT).

A aplicação prática da IA também avança no setor produtivo e empresarial. O Senac de Mato Grosso oferta cursos voltados à utilização

da IA em contextos profissionais, como os de "IA aplicada à gestão de negócios", "Marketing de conteúdo com IA" e "Introdução à IA na prática". Complementando essa formação, a Fatec Senai MT oferece o curso de MBA em Ciência de Dados Aplicada à Inteligência de Negócios, voltado à capacitação de especialistas em soluções baseadas em IA.

Iniciativas de destaque incluem ainda a seleção de dois profissionais de Mato Grosso, Matheus Souza e Osvaldo Alves, como bolsistas do Programa de Residência em Inteligência Artificial promovido pelo Senai Paraná, em parceria com o IST MT e o Senai Hub, promovendo o intercâmbio técnico com outros estados e reforçando a capacitação nacional. Nesse mesmo eixo, o Instituto Senai lançou um programa específico de residência voltado à IA nas agroindústrias, estratégico para o setor econômico do estado, além de ter promovido eventos como a palestra "Tecnologia de Alta Performance a Serviço das Empresas", realizada na Fiemt.

No âmbito da gestão pública, a Inteligência Artificial (IA) vem sendo incorporada como ferramenta estratégica de modernização administrativa em Mato Grosso, refletindo um esforço coordenado para transformar os serviços públicos por meio da inovação tecnológica. O programa MTAI - Capacitação e Inovação nos Serviços Públicos tem desempenhado papel central nesse processo, preparando servidores estaduais para os desafios técnicos e éticos inerentes à adoção de IA, com foco em aumentar a eficiência e a qualidade da administração pública.

Diversos órgãos estaduais já vêm aplicando essa tecnologia em suas atividades. A Controladoria-Geral do Estado (CGE-MT), por exemplo, tem promovido palestras sobre ética e tecnologia no contexto do programa "Outubro Movimente", reforçando a importância da responsabilidade ética no uso da IA. A Secretaria de Estado de Segurança Pública (SESP) também avança nesse campo, utilizando IA em cursos interestaduais sobre segurança orgânica, enquanto a Assembleia Legislativa tem realizado workshops destinados a ampliar o conhecimento técnico dos servidores públicos sobre inteligência artificial.

Essas iniciativas ganham respaldo institucional com o Despacho nº 001/2025-CGE, de autoria da deputada estadual Janaina Riva, que estabelece diretrizes para a implementação de soluções baseadas em IA no âmbito estadual. O despacho fortalece a governança tecnológica ao defi-

nir princípios claros de segurança da informação, transparência e respeito aos direitos fundamentais, criando um marco normativo essencial para a consolidação das práticas já em curso e para a expansão responsável da IA na gestão pública mato-grossense.

Destacam-se também iniciativas estratégicas como o uso de IA para evitar o desmatamento químico em áreas sensíveis, anunciado pelo Governo do Estado, e a plataforma de monitoramento de incêndios florestais, desenvolvida pelo Corpo de Bombeiros de Mato Grosso, que venceu o Prêmio Nacional de Inovação na categoria de segurança pública. Essas ações demonstram não apenas a aplicação prática da tecnologia, mas também seu reconhecimento em nível nacional.

Destaca-se que artigos e análises recentes apontam que a adoção consistente de IA pode reposicionar Mato Grosso na geopolítica global, ampliando sua competitividade tecnológica e sua atuação estratégica em temas como sustentabilidade e segurança ambiental. A transversalidade do uso da IA também é evidenciada em projetos do Detran-MT, com a aplicação da tecnologia na vistoria de veículos, e do Tribunal de Justiça de Mato Grosso (TJMT), que desenvolveu a ferramenta LEXIA para acelerar a tramitação de processos judiciais.

Esses exemplos revelam que a inteligência artificial vem se consolidando como elemento central no ecossistema de inovação de Mato Grosso. Seja no ensino, na pesquisa, na formação técnica, na gestão pública ou na produção industrial, a IA tem se mostrado uma ferramenta promissora para impulsionar o desenvolvimento regional. Ao reunir e sistematizar essas iniciativas, este estudo busca compreender o papel estratégico da IA no contexto mato-grossense, destacando seu potencial transformador para a educação, a ciência, a economia e os serviços públicos.

2. METODOLOGIA

Este estudo adota uma metodologia descritiva e exploratória, com base em pesquisa qualitativa, utilizando revisão bibliográfica e documental. O levantamento abrangeu obras acadêmicas, artigos científicos e documentos institucionais, com foco na avaliação da educação superior no Brasil e na aplicação da Inteligência Artificial (IA) em diferentes contextos.

A abordagem buscou identificar perspectivas teóricas e práticas sobre os processos avaliativos e o impacto da IA em instituições de ensino, pesquisa e formação profissional. A coleta de dados incluiu pesquisas desenvolvidas na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), no Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) e na Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), desde a produção científica até programas de formação técnica e superior. Também foram examinados projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Fapemat), que demonstram a diversidade de aplicações da IA em áreas como educação, saúde, meio ambiente e agronegócio.

A pesquisa também considerou os cursos e programas oferecidos pelo Senac e pelo Instituto Senai, além das ações de órgãos estaduais voltadas à capacitação de servidores e à modernização da gestão pública com o apoio da IA. Adicionalmente, o ChatGPT, uma ferramenta de IA generativa, foi utilizado como suporte redacional inicial e para sugestão de reformulações linguísticas. É importante ressaltar que o uso da ferramenta foi limitado ao apoio textual, com toda a curadoria crítica, seleção de fontes e construção argumentativa realizadas pelo autor, garantindo a integridade científica do estudo.

Esse levantamento permitiu traçar um panorama atualizado do avanço da IA em Mato Grosso, destacando a interdisciplinaridade das iniciativas e o comprometimento de diversos setores no uso responsável e estratégico dessa tecnologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa confirmam o avanço expressivo da Inteligência Artificial (IA) em Mato Grosso, posicionando-a como um vetor estratégico para o desenvolvimento acadêmico, tecnológico e institucional. Instituições como a UFMT, IFMT e Unemat são centrais nesse cenário, com projetos que abrangem áreas diversas como educação, saúde, jornalismo, agricultura, controle governamental e formação docente. Destacam-se as iniciativas dos programas de pós-graduação Profmat e PPGECM da Unemat, que utilizam IA generativa, ferramentas digitais e robótica educacional como recursos pedagógicos inovadores.

A Fapemat desempenha um papel proeminente no fomento à inovação, financiando projetos interdisciplinares que integram IA com outras tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), drones, impressão 3D e geoprocessamento. Os projetos apoiados variam de iniciativas em escrita criativa e ensino de matemática com IA a monitoramento ambiental, evidenciando a versatilidade e o alcance multidisciplinar da IA e sua conexão com políticas públicas e demandas socioambientais locais.

A pesquisa também ressalta o fortalecimento de programas de capacitação técnica e formação profissional. Cursos do Senac e o MBA em Ciência de Dados Aplicada à Inteligência de Negócios da Fatec Senai MT, juntamente com o programa de Residência em IA do Instituto Senai, demonstram o compromisso com a qualificação de profissionais para um mercado cada vez mais impactado pela automação e análise de dados.

No setor público, a aplicação da IA apresenta avanços significativos. Secretarias Estaduais como CGE, Sesp e Detran-MT implementam soluções inteligentes para monitoramento ambiental, segurança pública, gestão de processos e otimização de serviços judiciais. A Semana Pedagógica da Unemat e o programa MTAI - Capacitação e Inovação nos Serviços Públicos reforçam a preocupação com a formação ética e técnica dos servidores ante a transformação digital. O Despacho nº 001/2025-CGE, da deputada Janaina Riva, estabelece diretrizes para a implementação de IA no âmbito estadual, fortalecendo a governança tecnológica.

Exemplos práticos incluem o uso de IA no combate ao desmatamento químico e a plataforma de monitoramento de incêndios florestais do Corpo de Bombeiros de Mato Grosso, premiada nacionalmente. O Detran-MT aplica IA na vistoria de veículos, e o Tribunal de Justiça de Mato Grosso (TJMT) desenvolveu a ferramenta LEXIA para acelerar processos judiciais.

Esses resultados indicam a construção de um ecossistema de inovação dinâmico e promissor em Mato Grosso, onde a IA é central na reestruturação de processos educacionais, produtivos e governamentais. A convergência entre pesquisa acadêmica, políticas públicas e iniciativas privadas demonstra o potencial da IA como motor de desenvolvimento sustentável e modernização social na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das iniciativas envolvendo Inteligência Artificial (IA) em Mato Grosso, fundamentada na pesquisa bibliográfica e documental, evidencia que o estado está estruturando um ecossistema robusto de inovação, no qual a IA se consolida como elemento central para o avanço científico, tecnológico e institucional. Instituições como UFMT, IFMT e Unemat destacam-se não apenas pela produção acadêmica, mas também pela criação de ambientes formativos que integram a IA a práticas pedagógicas, processos administrativos e soluções aplicadas a desafios regionais. Esses esforços demonstram um compromisso contínuo com a formação de profissionais capacitados para atuar em múltiplos contextos, ampliando o alcance e a relevância da IA em setores estratégicos.

O papel da Fapemat, ao fomentar projetos interdisciplinares que associam IA a tecnologias emergentes como IoT, drones e impressão 3D, confirma a importância da pesquisa aplicada para o desenvolvimento regional sustentável. Essas iniciativas não apenas inovam em suas áreas de atuação – educação, saúde, meio ambiente e agronegócio – como também reforçam a conexão entre ciência e necessidades locais, estimulando soluções de impacto direto na qualidade de vida e na eficiência produtiva.

Complementarmente, a ampliação de programas de capacitação técnica e profissional, conduzidos por instituições como o Senac, o Instituto Senai e parceiros do setor público, fortalece a preparação de mão de obra especializada e fomenta uma cultura de inovação em diferentes níveis organizacionais. O envolvimento das secretarias estaduais na implementação de sistemas inteligentes, aliado a ações como a Semana Pedagógica da Unemat e o programa MTAI, demonstra a incorporação gradual e estratégica da IA na gestão pública, promovendo eficiência e modernização administrativa.

Destaca-se, nesse contexto, a relevância crescente da IA como ferramenta para aprimorar os serviços públicos em Mato Grosso. Órgãos estaduais como a Controladoria-Geral do Estado (CGE), a Secretaria de Estado de Segurança Pública (SESP), a Secretaria de Estado de Comunicação (Secom) e o Detran-MT investem em soluções baseadas em IA para otimizar processos, aumentar a transparência e melhorar a prestação de serviços à população.

Nesse contexto, exemplos notáveis incluem o uso de IA para monitoramento ambiental e de segurança pública, a automatização de procedimentos de vistoria e emplacamento de veículos, além do desenvolvimento da ferramenta LEXIA pelo Tribunal de Justiça de Mato Grosso, que acelera a tramitação de processos judiciais. Essas iniciativas evidenciam como a IA está sendo aplicada de forma estratégica para enfrentar desafios complexos, potencializar a eficiência institucional e promover a inovação nos serviços públicos.

Conclui-se, portanto, que Mato Grosso está construindo uma base sólida para a integração ética, crítica e estratégica da inteligência artificial em suas dinâmicas socioeconômicas. O avanço dessas iniciativas sinaliza um compromisso articulado entre os setores acadêmico, industrial e governamental, que reconhecem a IA como motor de transformação e desenvolvimento. Para garantir a sustentabilidade e a ampliação desses benefícios, será fundamental manter políticas públicas consistentes de fomento, promover a inclusão digital e fortalecer redes de colaboração interinstitucional, assegurando que os impactos positivos da IA sejam amplamente distribuídos e socialmente significativos.

REFERÊNCIAS

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MATO GROSSO (ALMT). **Despacho nº 001/2025-CGE**. Disponível em: https://www.al.mt.gov.br/storage/webdisco/cp/20250129183540124600.pdf. Acesso em: 25 abr. 2025.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MATO GROSSO (ALMT). **Assembleia realiza workshop de Inteligência Artificial para servidores**. Disponível em: https://www.al.mt.gov.br/midia/texto/assembleia-realiza-workshop-de-inteligencia-artificial-para-servidores/visualizar. Acesso em: 31 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial**. Brasília: MCTI, 2021.

CONTROLADORIA-GERAL DO ESTADO DE MATO GROSSO (CGE-MT). **Relatórios e ações sobre ética e Inteligência Artificial**. Disponível em: https://www.cge.mt.gov.br. Acesso em: 04 abr. 2025.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE MATO GROSSO (DETRAN-MT). **Uso de Inteligência Artificial em vistorias e serviços digitais**. Disponível em: https://www.detran.mt.gov.br. Acesso em: 02 abr. 2025.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MATO GROSSO (FAPEMAT). **Projetos financiados**. Disponível em: https://www.fapemat.mt.gov.br/. Acesso em: 05 abr. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Monitoramento ambiental e segurança pública com IA**. Disponível em: https://www.mt.gov.br. Acesso em: 06 abr. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO (IFMT). **Pesquisa e Inovação**. Disponível em: https://www.ifmt.edu.br. Acesso em: 06 abr. 2025.

SANTOS, Edvaldo Pereira dos; FONSECA, Ana Carolina. Inteligência artificial e escrita acadêmica: reflexões sobre o uso de ferramentas como o ChatGPT na produção de textos científicos. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 2, p. 45-59, 2023. Disponível em: https://revistatecnologiasnaeducacao.org. Acesso em: 30 abr. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE COMUNICAÇÃO DE MATO GROSSO (SECOM-MT). **Projetos de modernização digital**. Disponível em: https://secom.mt.gov.br. Acesso em: 07 abr. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA DE MATO GROSSO (SESP-MT). **Cursos e projetos de inteligência em segurança pública**. Disponível em: https://www.sesp.mt.gov.br. Acesso em: 08 abr. 2025.

SENAC MATO GROSSO. **Cursos e programas na área de Inteligência Artificial**. Disponível em: https://www.mt.senac.br. Acesso em: 06 abr. 2025.

SENAI MATO GROSSO. **Programa de Residência em Inteligência Artificial e iniciativas em inovação**. Disponível em: https://www.senaimt.ind.br. Acesso em: 06 abr. 2025.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO (UNEMAT). **Relatórios e projetos de pesquisa**. Disponível em: https://portal.unemat.br. Acesso em: 05 abr. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO (UFMT). **Projetos de pesquisa e programas de pós-graduação**. Disponível em: https://www.ufmt.br. Acesso em: 05 abr. 2025.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MATO GROSSO (TJMT). **Plataformas digitais e inovação tecnológica:** a ferramenta LEXIA. Disponível em: https://www.tjmt.jus.br. Acesso em: 08 abr. 2025.

CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DE IA PARA MATO GROSSO: LIÇÕES INTERNACIONAIS E EVIDÊNCIAS LOCAIS

Renata Pelissari
Universidade Presbiteriana Mackenzie
renatapelissari@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/4642836982364582

Cristiano Torezzan
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
torezzan@unicamp.br - http://lattes.cnpq.br/1314550908170192

Dhyego Silva Domingos Brandão
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
dhyegao@unemat.br - http://lattes.cnpq.br/1506276795951919

Fernando Selleri Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
selleri@unemat.br - http://lattes.cnpq.br/0412919715126909

Rodrigo Couto de Menezes
Parque Tecnológico (Seciteci/MT)
rcmenezes@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/9169653639215458

Ruy Guilherme Peral da Silva
Polícia Judiciária Civil (PJC/MT)
ruysilva@pjc.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/0475371968024385

Ricardo Suyama
Universidade Federal do ABC (UFABC)
ricardo.suyama@ufabc.edu.br - http://lattes.cnpq.br/6146944142372232

Rodrigo Bruno Zanin
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
rodrigo.zanin@unemat.br - http://lattes.cnpq.br/2411774441919066

Resumo: Este artigo apresenta os resultados iniciais da construção de uma estratégia estadual de Inteligência Artificial (IA) para o estado de Mato Grosso, com foco no *benchmarking* internacional e no mapeamento da situação atual da IA na região. A metodologia adotada envolveu a análise comparativa de estratégias de seis regiões com características relevantes para o contexto mato-grossense, utilizando um *framework* com dez dimensões avaliativas. O diagnóstico estadual contemplou aspectos de infraestrutura, pesquisa, inovação, educação, mercado de trabalho e políticas públicas, além da identificação dos principais *stakeholders*. Uma matriz SWOT é apresentada, indicando fatores internos e externos relacionados a oportunidades e ameaças. Os resultados apontam que Mato Grosso apresenta avanços em conectividade, capacitação técnica e projetos aplicados em setores estratégicos, como o agronegócio e a administração pública. No entanto, persistem desafios estruturais, como a ausência de infraestrutura de alto desempenho, a carência de programas específicos para capacitação profissional em IA e a baixa articulação interinstitucional. As recomendações incluem o fortalecimento da governança, a

DOI: 10.29327/2686685.1.4-3

ampliação de programas de formação e a criação de um observatório estadual de IA. Este estudo contribui para o desenvolvimento de políticas públicas orientadas por evidências no campo da IA.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Estratégia de IA para Mato Grosso. Comparativo de desempenho. Diagnóstico. Governança de IA.

Abstract: *This article presents the initial results of the development of a state-level Artificial Intelligence (AI) strategy for the state of Mato Grosso, focusing on international benchmarking and the mapping of the current state of AI in the region. The proposed methodology involved a comparative analysis of strategies from six regions with characteristics relevant to the context of Mato Grosso, using a framework comprising ten evaluative dimensions. The state-level diagnosis covered aspects of infrastructure, research, innovation, education, labor market, and public policies, in addition to identifying key stakeholders. A SWOT matrix is presented, highlighting internal and external factors related to opportunities and threats. The results indicate that Mato Grosso has made progress in connectivity, technical training, and applied projects in strategic sectors such as agribusiness and public administration. However, structural challenges persist, including the lack of high-performance infrastructure, limited professional training programs in AI, and weak inter-institutional coordination. The recommendations include strengthening governance, expanding training programs, and establishing a state AI observatory. This study contributes to the development of evidence-based public policies in the field of AI.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Regional AI Strategy. Benchmarking. Diagnostic. AI Governance.*

INTRODUÇÃO

Diante do potencial transformador da Inteligência Artificial (IA) e dos riscos associados ao seu uso, governos em diversas partes do mundo têm elaborado estratégias nacionais de IA com o objetivo de orientar políticas públicas, fomentar o progresso científico e tecnológico, e fortalecer sua posição no cenário geopolítico global. Essas estratégias buscam não apenas impulsionar o desenvolvimento econômico, social e cultural, mas também estabelecer mecanismos de governança responsáveis e éticos para o uso da tecnologia. Além disso, configuram-se como respostas coordenadas aos novos desafios de formulação e implementação de políticas públicas em torno da IA (Cihon, 2019).

O Canadá foi o primeiro país a lançar uma estratégia nacional de IA, em 2017 (Cifar, 2020; Radu, 2021). Desde então, esse movimento tem

se expandido significativamente: segundo o OECD *Artificial Intelligence Policy Observatory*, mais de 60 países já publicaram documentos estratégicos nacionais até 2024. Mais recentemente, além de países, estados e regiões subnacionais também passaram a desenvolver suas próprias estratégias, com o intuito de alinhar seus contextos locais às oportunidades e desafios globais relacionados à IA – como ilustram os casos da Andaluzia (Espanha), Quebec (Canadá) e Île-de-France (França).

Seja em nível nacional ou regional, a formulação de uma estratégia de IA envolve, geralmente, os seguintes elementos: (1) definição de uma visão e objetivos claros; (2) mapeamento do cenário atual; (3) *benchmarking* internacional; (4) identificação e engajamento dos principais *stakeholders*; (5) estabelecimento de diretrizes e princípios orientadores – como equidade, transparência e inclusão; (6) proposição de ações concretas e mensuráveis, organizadas em eixos estratégicos – como governança, capacitação, pesquisa, aplicação setorial e ética; e (7) criação de mecanismos de monitoramento e revisão periódica da estratégia (World Economic Forum, 2019; Perset; Neppel; Pohle, 2019).

No contexto regional brasileiro, este trabalho busca oferecer uma contribuição inicial para a formulação da Estratégia de Inteligência Artificial do estado de Mato Grosso (MT). Especificamente, são apresentados dois dos elementos fundamentais para essa construção, quais sejam: o elemento (2), mapeamento do cenário atual, e elemento (3), *benchmarking* internacional. Aborda-se ainda, de forma preliminar, o elemento (4), referente à identificação dos principais *stakeholders*. Esses componentes constituem etapas iniciais do processo estratégico, servindo como alicerce para fases posteriores, como a definição de metas, objetivos e planos de ação.

1. DESENVOLVIMENTO

Com base no relatório técnico do *Future of Humanity Institute* (FHI, 2023), os passos recomendados para a formulação de uma estratégia de IA incluem: (1) estabelecer uma visão e objetivos claros; (2) mapear o cenário atual; (3) conduzir *benchmarking* internacional; (4) definir e engajar os principais *stakeholders*; (5) estabelecer diretrizes e princípios norteadores (como equidade, transparência e inclusão); (6) propor ações

concretas e mensuráveis, distribuídas em eixos estratégicos; e (7) implementar mecanismos de monitoramento e revisão periódica da estratégia. Essa abordagem, baseada em evidências e adaptável ao contexto, é considerada uma boa prática internacional no desenvolvimento de políticas públicas de IA (WEF, 2019; Perset; Neppel; Pohle, 2019).

Antes da definição dos eixos estratégicos e das ações concretas, algumas etapas preliminares se mostram fundamentais para embasar a formulação da estratégia: o mapeamento da situação atual, a realização de *benchmarking* internacional de outras estratégias estaduais ou regionais e a identificação dos *stakeholders*. Essas etapas fornecem subsídios essenciais para a posterior definição de uma visão estratégica e de objetivos realistas, alinhados às capacidades e necessidades do contexto do estado.

A literatura recente corrobora essa abordagem. Segundo Calo *et al.* (2021), estratégias bem-sucedidas tendem a ser construídas com base em evidências empíricas que alinham objetivos nacionais a tendências internacionais, respeitando o contexto local. O estudo de Jobin, Ienca e Vayena (2019), que analisou 84 documentos de políticas públicas de IA em diferentes países, também destaca a importância de garantir transparência, justiça e inclusão – princípios que dependem diretamente de uma leitura prévia e acurada do contexto institucional.

Além disso, a análise de estratégias regionais como as da Austrália (Nova Gales do Sul), França, Canadá e Alemanha reforça que uma compreensão profunda da realidade nacional ou local é essencial para garantir a viabilidade, a legitimidade e a efetividade dos objetivos propostos (Cifar, 2020).

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a condução do *benchmarking* de estratégias regionais em outros países foi estruturada em quatro etapas (A.1 a A.4). Na **Etapa A.1**, foi selecionado um conjunto de estratégias regionais com base nos seguintes critérios: (i) disponibilidade de um único documento ou site consolidando as informações da estratégia; (ii) grau de estruturação da estratégia, com prioridade para aquelas mais organizadas e detalhadas; e (iii) existência de possíveis semelhanças contextuais

com o estado de Mato Grosso, com o objetivo de facilitar a adaptação de soluções já testadas em realidades comparáveis.

Na **Etapa A.2**, foi desenvolvido um framework para coleta e análise das estratégias selecionadas, com foco na avaliação de sua maturidade. O framework é composto por dez dimensões analíticas, agrupadas em três categorias: Características Gerais, Eixos Habilitadores e Aplicações. Em Características Gerais foram analisados itens como nível de abrangência da estratégia, nível de alinhamento com ENIA e nível de detalhamento da estratégia. Em Eixos Habilitadores, analisamos Governança e Monitoramento, Regulação, Infraestrutura, Capacitação em IA, Financiamento para Setor Público, Financiamento para Setor Privado. E, por fim – em Aplicações, analisamos o número de áreas prioritárias consideradas na estratégia.

Essas dimensões foram definidas levando-se em conta estudos e relatórios sobre estratégias nacionais de inteligência artificial (AI Watch, 2022), bem como recomendações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) sobre a implementação de políticas sobre IA (OEDC, 2019).

Na análise de cada estratégia, as dimensões (com exceção da dimensão "Número de áreas prioritárias") foram avaliadas em três níveis: Alto (Ampla), Médio (Média) e Baixo (Restrita). A dimensão "Número de áreas prioritárias" foi analisada com base na presença ou ausência das seguintes áreas: Saúde; Mobilidade e Transporte; Meio Ambiente e Sustentabilidade; Pequenas e Médias Empresas (PMEs); Setor Agroalimentar; Administração Pública e Governança Digital (incluindo Justiça); Energia; Turismo; Indústria; Educação; Finanças; e Outros.

Na **Etapa A.3**, foi realizada uma análise detalhada das estratégias selecionadas, com o preenchimento sistemático dos campos do *framework* definido na etapa anterior. Por fim, na **Etapa A.4**, os resultados foram consolidados, discutidos e utilizados para a formulação de recomendações.

A metodologia adotada para o diagnóstico do ecossistema de IA no estado de Mato Grosso foi organizada em seis etapas (B.1 a B.6). Na **Etapa B.1**, foram definidas as dimensões de análise, levando-se em conta estudos e relatórios sobre estratégias nacionais de inteligência artificial[1], bem como recomendações da Organização para a Cooperação e Desen-

volvimento Econômico (OCDE) sobre a implementação de políticas sobre IA (OECD, 2019). As dimensões consideradas foram: Infraestrutura tecnológica, Políticas públicas e governança, Educação e Qualificação, Pesquisa e Inovação, Mercado de trabalho e Indústria. Na **Etapa B.2**, foram elaboradas as perguntas associadas a cada dimensão e definidos os responsáveis pela coleta das informações. As perguntas – validadas com a equipe do projeto – foram organizadas em formulários eletrônicos para padronizar e facilitar o preenchimento.

Na **Etapa B.3**, realizou-se uma análise diagnóstica da situação da IA no estado, seguida de uma análise SWOT por dimensão, com base nos dados coletados na etapa anterior. Em seguida, na **Etapa B.4**, foi efetivado o mapeamento dos *stakeholders*, tendo como base a coleta de informações relacionadas à dimensão Mercado de Trabalho e Indústria. Na **Etapa B.5**, realizamos o levantamento de ações com as equipes das Secretarias de Estado, com base na coleta de informações relacionadas à dimensão de Políticas Públicas e Governança. E, por fim, na **Etapa B.6**, foi conduzida uma análise SWOT geral, com o objetivo de subsidiar a etapa seguinte do projeto: a definição da estratégia estadual e a elaboração de seu plano de ação.

3. *BENCHMARKING* DE ESTRATÉGIAS REGIONAIS EM OUTROS PAÍSES

A análise de *benchmarking* constitui uma das etapas iniciais mais relevantes no processo de formulação de uma estratégia de Inteligência Artificial (IA). Sua primeira contribuição é a compreensão da estrutura adotada por diferentes estratégias regionais, identificando os elementos-chave que as compõem e o nível de detalhamento atribuído a cada componente. Além disso, o *benchmarking* permite identificar pontos fortes e fracos das estratégias analisadas, destacando boas práticas que podem ser adaptadas ao contexto mato-grossense, bem como fragilidades e desafios enfrentados por outras regiões – aspectos que podem ser evitados ou mitigados na construção da nova estratégia estadual. A análise comparativa também oferece subsídios para compreender como as estratégias regionais se articulam com as estratégias nacionais de IA de seus respectivos países.

No caso de Mato Grosso, o *benchmarking* representa um insumo estratégico para garantir que a futura estratégia estadual esteja alinhada à Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), ao Plano Brasileiro de IA (PBIA) e a outras iniciativas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Governo Federal.

As estratégias regionais consideradas neste estudo, assim como possíveis similaridades dessas regiões com o estado de MT, são descritas na Tabela 1. Destaca-se que não foram encontradas estratégias regionais em países emergentes com características socioeconômicas e culturais semelhantes às brasileiras. Na América Latina, por exemplo, predominam as estratégias nacionais, como as do Chile, México, Argentina e Colômbia.

Tabela 1 - Possíveis similaridades das regiões consideradas na análise de *benchmarking* com o estado de MT

Estratégia regional	Possíveis similaridades com o estado do MT
Catalunha - Espanha (GOVERNO DA CATALUNIA, 2020)	- Economia diversificada com exportações relevantes. - Papel estratégico na economia nacional.
Andaluzia - Espanha (JUNTA DE ANDALUZIA)	- Importância da agricultura, incluindo produção de azeite e vinhos (MT: soja e carne). - Grandes extensões territoriais. - Desafios relacionados a recursos naturais, como gestão hídrica. - Riqueza cultural com influências regionais.
Nova Gales do Sul - Austrália (GOVERNMENT OF NEW SOUTH WALES)	- Liderança em produção agrícola e pecuária. - Desafios ambientais, como sustentabilidade e conservação de terras. - Importância estratégica dentro do país.
Baixa Saxônia - Alemanha GOVERNO DA BAIXA SAXÔNIA	- Relevância no agronegócio europeu. - Adoção de tecnologia avançada no setor agrícola. - Forte foco em práticas agrícolas sustentáveis, similar aos desafios de MT.
Ille de France - França (REGIÃO ÎLE-DE-FRANCE)	- Papel econômico central no país (Indústria e serviços versus agronegócio de MT). - Conexão com mercados internacionais. - Possibilidade de análise da divergência rural-urbana.
Quebec - Canadá (FORUM IA)	- Extensão territorial vasta e rica em recursos naturais. - Relevância em setores estratégicos como mineração e agricultura. - Enfrenta desafios de sustentabilidade. - Identidade cultural e política distinta dentro de seu país, similar a particularidades de MT.

Fonte: Elaborada pelos autores com base na análise de *benchmarking* internacional.

Cabe notar que há diferenças importantes entre essas estratégias, tanto no que diz respeito às suas abrangências quanto com relação aos eixos de maior prioridade. Por exemplo, as estratégias do Québec (Canadá) e da Catalunha (Espanha) abordam praticamente todos os eixos e áreas de aplicação contemplados no *framework* deste estudo, com documentos extensos e detalhados – características próximas das estratégias nacionais. Em contraste, a estratégia da Île-de-France (França) apresenta um formato mais conciso, com foco em um número restrito de temas, como capacitação e financiamento.

A análise das estratégias consideradas no *benchmarking* e os resultados apresentados na Figura 1 – resultantes do *framework* preenchido após leitura das estratégias em questão – permitem realizar alguns destaques para apoiar a construção da estrutura da estratégia do estado de MT. Tais destaques abrangem tanto características de forma quanto de conteúdo.

Destaque 1. *Estruturação concisa e aplicabilidade prática (Nova Gales do Sul).* A estratégia de IA do Estado de Nova Gales do Sul, na Austrália, apresenta uma forma de apresentação clara, bem estruturada e diretamente voltada ao setor público. Seu foco está na aplicação responsável da IA, com ênfase em eficiência, inovação e centralidade no cidadão. Para isso, propõe o NSW *Artificial Intelligence Assessment Framework* (AIAF), ferramenta obrigatória que orienta a mitigação de riscos conforme princípios éticos como justiça, privacidade e transparência. O AIAF prevê avaliações contínuas ao longo do ciclo de vida da solução, promovendo governança e prevenção de vieses. Dependendo do risco residual, os projetos podem ser analisados por um comitê especializado. A abordagem garante uma adoção ética e segura das tecnologias, reforçando a confiança pública.

Destaque 2. *Capacitação em IA como um eixo presente em todas as estratégias.* Trata-se do único eixo investigado presente em todas as estratégias analisadas. Há ações previstas em diversas frentes de capacitação, incluindo alfabetização digital, e ações no sistema educacional (ensino médio e superior). Por exemplo, a estratégia da Baixa Saxônia, na Alemanha, foca na capacitação em IA em todos os níveis educacionais e profissionais, promovendo competências digitais e aprendizado contínuo. O objetivo é garantir que todos os cidadãos possam aproveitar os benefícios da IA e se preparar para as transformações no mundo do trabalho.

Destaque 3. *Prevalências das áreas de aplicação: Saúde, Administração Pública, Educação e Indústria.* As áreas acima foram as mais referenciadas nas estratégias estudadas. Naturalmente, as áreas de aplicação dependem de características locais e, logo, estão sujeitas ao contexto específico de uma dada região. Por outro lado, notamos também que essas escolhas se baseiam na busca mais imediata de impacto na população.

Destaque 4. *Infraestrutura para IA.* Todas as estratégias regionais analisadas mencionam a criação e/ou manutenção de infraestrutura tecnológica para o desenvolvimento da IA, como computadores de alto desempenho e *data centers*. A presença desse componente revela a compreensão da infraestrutura como base crítica para a viabilidade das ações propostas.

Destaque 5. *Governança e monitoramento.* A maioria das estratégias apresenta um alto nível de avaliação nos aspectos de governança e monitoramento. Um destaque é a estratégia de Quebec, que propõe uma estrutura de monitoramento similar à do Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA), a qual pretende estabelecer uma plataforma digital para centralizar dados sobre a execução do plano, além de ter mecanismos de participação social, como consultas públicas e *feedback* de usuários.

Figura 1 - Análise das estratégias regionais de acordo com a metodologia proposta na Seção Metodologia

		Catalunha (Espanha)	Andaluzia (Espanha)	Nova Gales do Sul (Austrália)	Baixa Saxônia (Alemanha)	Ille de France (França)	Quebec (Canadá)
Características Gerais	Abrangência da estratégia	Ampla	Ampla	Restrita	Ampla	Ampla	Ampla
	Alinhamento com ENIA	Baixo	Alto	Médio	Médio	Baixo	Alto
	Nível de detalhamento de estratégia	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto
Eixos Habilitadores	Governança e Monitoramento	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto
	(Regulação)	Médio	Alto	Médio	Baixo	Baixo	Alto
	Infraestrutura	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio	Alto
	Capacitação em IA	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
	Financiamento para Setor Público	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto
	Financiamento para Setor Privado	Médio	Alto	Baixo	Alto	Alto	Alto
	# de Áreas Prioritárias	8	8	1	9	4	9
Aplicações	Saúde	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
	Mobilidade e Transporte	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Meio Ambiente / Sustentabilidade	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
	PMEs	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
	Setor Agroalimentar	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
	Administração Pública e Governança	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Energia	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Turismo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
	Indústria	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
	Educação	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
	Finanças	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Outros	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: Elaborada pelos autores.

4. ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA IA NO ESTADO

Esta seção apresenta um diagnóstico da IA em Mato Grosso, abordando a infraestrutura existente, as iniciativas em pesquisa e inovação e em educação e qualificação, bem como os principais *stakeholders* envolvidos.

Na dimensão **Infraestrutura**, quatro aspectos foram analisados: conectividade, infraestrutura computacional, segurança cibernética e dados. Segundo o Índice Brasileiro de Conectividade (IBC/Anatel, 2024), Mato Grosso ocupa a 16ª posição nacional, com destaque para a velocidade média de download (160 Mbps). O acesso móvel avança em áreas urbanas com cobertura 5G em várias cidades, mas ainda apresenta limitações em áreas rurais. A Seduc garantiu conectividade às escolas estaduais e municipais, promovendo a digitalização do ensino. Apesar dos avanços, o uso do 5G para aplicações de IA ainda é incipiente.

A infraestrutura computacional é centralizada na MTI, com cerca de 100 servidores físicos e 1.300 virtuais, e aproximadamente 2 PB de armazenamento. Órgãos como Sefaz e SES também se destacam com *data centers* robustos. Entretanto, outras secretarias, como Sedec e Seplag, ainda possuem estruturas limitadas ou inexistentes. A adoção de soluções em nuvem já está em curso, com provedores como Google, Oracle e Zadara, mas a computação de alto desempenho ainda é ausente, o que limita avanços em IA aplicada. Um projeto em desenvolvimento visa à aquisição de um *cluster* de alto desempenho.

Em **segurança cibernética**, observa-se elevado grau de maturidade em órgãos como MTI, Sefaz e SES, com registros de tentativas de ataque não exitosas. Não obstante, ainda há vulnerabilidades pontuais em outras secretarias e falta articulação mais sólida entre governo, academia e setor privado. No campo dos dados, algumas secretarias, como SES, Sinfra e Seplag, publicam bases acessíveis, mas o estado de Mato Grosso ainda não possui uma política integrada de dados abertos. A maioria dos órgãos reconhece sua importância, mas carece de mecanismos estruturados de compartilhamento e governança coordenada.

Em relação à dimensão de **Pesquisa e Inovação**, existem cinco Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) e pelo menos 44 grupos de pesquisa voltados à IA, indicando um ambiente institucional em consolidação. Embora seja possível identificar projetos de pesquisa e algumas publicações na área de IA, a produção científica de Mato Grosso pode

ser considerada baixa diante do potencial acadêmico do estado e da realidade brasileira.

O ecossistema de *startups* é pequeno, com três empresas atuando com IA, apoiadas por 13 ambientes de inovação – poucos com foco específico em IA. Iniciativas no setor agropecuário, como IAOS e sistemas inteligentes para soja, e no setor público, como uso de IA pelo TJMT, demonstram aplicações relevantes. Foram localizados 23 registros de propriedade intelectual (3 patentes, 17 softwares, 7 marcas), número considerado ainda modesto. O estado não participa de redes internacionais de IA, embora promova eventos relevantes, como o CSBC 2020 e workshops setoriais.

Em **Educação e Qualificação**, destacam-se dois cursos de graduação específicos em IA e apenas um mestrado com área correlata. O Senai-MT oferece formação técnica com foco em automação, IoT e sistemas inteligentes. A Seciteci e a Seduc implementaram dupla certificação no ensino médio técnico. O SenaiHub lidera iniciativas aplicadas com foco no agronegócio. A formação em cibersegurança também avança, com cursos da Uniasselvi e Senai. A Seplag promove capacitação de servidores via Escola de Governo. Apesar disso, a inclusão digital permanece um desafio, especialmente nas áreas rurais. Iniciativas como o programa "Computadores para Inclusão" e projetos da Recytec buscam reduzir desigualdades de acesso.

A Seduc-MT tem integrado pensamento computacional, robótica e metaverso no ensino, apoiada por programas de formação docente. Ações extracurriculares, como cursos gratuitos do Senac-MT em IA aplicada e clubes de robótica do Sesi, complementam a formação. A Escola Regional de Informática (ERI-MT) e eventos similares fortalecem o ecossistema local de inovação. Ainda assim, é necessário ampliar a oferta de pós-graduação, fomentar a requalificação profissional e criar políticas públicas voltadas à educação digital. Tais esforços são essenciais para consolidar um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico e econômico sustentado pelo uso estratégico da IA no estado.

O mapeamento dos **principais stakeholders** evidencia a atuação de empresas de base tecnológica e startups, como Sintec, AgroInteli e Sapiens, com foco em soluções de IA para o agronegócio, por meio de ferramentas de aprendizado de máquina e automação. Instituições de ensino e pesquisa, como a UFMT e Unemat, contribuem com a formação de profissionais em áreas correlatas à IA e na produção científica. Orga-

nizações de fomento, apoio e capacitação, como a Inova MT e o Sebrae-MT, oferecem capacitação e apoio ao ecossistema empreendedor. Entidades governamentais e de regulação, como a Jucemat, podem contribuir com políticas públicas e marcos regulatórios.

Ainda, hubs emergentes como Cuiabá, Sinop, Rondonópolis e Várzea Grande representam centros regionais com potencial para difusão e aplicação da IA. Por fim, setores econômicos estratégicos, como agricultura, pecuária, saúde e educação, apresentam maior potencial de aplicação da IA e, portanto, entidades representativas devem ser consideradas na definição e execução da estratégia. Outros *stakeholders* podem surgir conforme as ações em andamento forem desenvolvidas e priorizadas pelo estado.

Por fim, o mapeamento das iniciativas de IA em Mato Grosso, com base nas respostas coletadas com diferentes órgãos e entidades estaduais, revelou a existência de 19 iniciativas em andamento, sendo quatro em fase inicial. Outras 11 ações ainda não foram iniciadas e três não tiveram seus status de execução definidos. As ferramentas de IA mais recorrentes nas iniciativas em curso são os modelos de linguagem em larga escala (LLMs), como ChatGPT, GPT-4 e Claude, amplamente utilizados para automação de redação, geração de código e criação de assistentes virtuais. Em seguida, destacam-se chatbots e assistentes virtuais, especialmente aplicados em atendimentos e triagens automatizadas.

Também são frequentes as ferramentas de análise de dados e processamento de linguagem natural (PLN), empregadas para extração de conhecimento, análises preditivas e sistemas de recomendação. Outras categorias observadas com menor frequência incluem modelos de *machine learning* para classificação, IA generativa, integrações com sistemas de BI/ERP e o uso de infraestruturas em nuvem, como a Google Cloud. Em alguns casos, as tecnologias não foram especificadas pelos órgãos ou não se enquadraram em nenhuma das categorias anteriores, sendo classificadas como "não especificada" ou "outras".

Além disso, foram levantadas percepções institucionais sobre os impactos da adoção dessas tecnologias. Os principais benefícios apontados concentram-se na melhoria da eficiência operacional, automação de tarefas repetitivas, aumento da produtividade, apoio à tomada de decisão e ampliação da análise de dados. Em contrapartida, os principais desafios mencionados incluem o custo de implementação, a necessidade de capacitação das equipes, riscos à privacidade e segurança da informa-

ção, dependência tecnológica e questões éticas envolvendo transparência e viés algorítmico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas análises conduzidas no *benchmarking* internacional e no mapeamento da situação atual da IA no estado, definimos uma matriz SWOT geral (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) que sintetiza os principais elementos internos e externos que impactam o desenvolvimento da IA em Mato Grosso. Essa análise considera três pilares fundamentais: infraestrutura tecnológica, capacitação e formação de pessoas e desenvolvimento do ecossistema em áreas estratégicas. Além disso, destaca-se a importância de alinhamento com iniciativas nacionais, como o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA), e com tendências internacionais de governança, inclusão e inovação em IA. A análise SWOT é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise SWOT da situação geral do estado, considerando os principais fatores levantados no estudo

FATORES POSITIVOS Contribuem para o avanço da IA no estado	**FATORES NEGATIVOS** Podem limitar o desenvolvimento da IA no estado
FORÇAS (Interno) Iniciativas de regulação em fase avançada: proposta da SEPLAG para instituir uma política de uso da IA no Executivo Estadual, com foco em ética, transparência e governança. Importância estratégica do agronegócio no estado, setor já interessado na adoção de tecnologias baseadas em IA. Diversas ações de IA em andamento em órgãos públicos, universidades e na iniciativa privada, demonstrando engajamento crescente.	**FRAQUEZA (Interno)** • Falta de infraestrutura de alto desempenho para processamento, como supercomputadores e GPUs dedicadas. • Carência de programas para formação de formadores em IA e tecnologias emergentes. • Número limitado de *startups* e centros especializados com foco em IA. • Carência de profissionais capacitados na área.
OPORTUNIDADES (Externo) Alinhamento com o PBIA e possibilidade de captação de recursos e apoio técnico nacional. Investimento em supercomputador já em andamento, com potencial para alavancar pesquisa e inovação em IA. Iniciativas que já apontam a viabilidade de criação de um observatório estadual de IA, inspirado no OBIA. Potencial para construir centros de excelência em IA em áreas estratégicas como agro, meio ambiente, saúde e logística.	**AMEAÇAS (Externo)** Fuga de talentos qualificados por falta de oportunidades locais de pesquisa e especialização. Risco de descontinuidade ou fragmentação das iniciativas sem uma governança central clara. Dependência de fornecedores externos para infraestrutura e ferramentas estratégicas. Avanço de estados com ecossistemas mais consolidados, com maior capacidade de atrair investimentos em IA. Perda de propriedade intelectual para outras regiões.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nessa análise, propõem-se as seguintes recomendações estratégicas para orientar os próximos passos na formulação e implementação de uma política estadual de IA:

- Manter e ampliar o investimento no supercomputador, garantindo sua aplicação em pesquisa aplicada, serviços públicos e integração com universidades e centros de inovação.
- Expandir programas de capacitação e formação de formadores em IA, especialmente voltados para professores, técnicos e gestores públicos.
- Fomentar o desenvolvimento de ecossistemas de IA em setores estratégicos, como o agronegócio, por meio de chamadas públicas e parcerias com o setor privado para a criação de centros regionais de referência em IA.
- Instituir o Observatório Estadual de IA, com atribuições voltadas à produção de dados, governança e monitoramento das políticas públicas de IA, servindo como instância articuladora entre governo, academia e setor produtivo.
- Apoiar e consolidar a política da Seplag, transformando-a em referência para o uso seguro, ético e eficiente de IA no âmbito do Poder Executivo estadual.
- Buscar alinhamento e sinergia com o PBIA, aproveitando investimentos federais em infraestrutura, hubs regionais e capacitação, com foco na soberania tecnológica e inovação aplicada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma metodologia e os resultados obtidos a partir do *benchmarking* internacional e do mapeamento da situação atual da IA no estado de Mato Grosso, com foco na identificação de desafios e oportunidades para o desenvolvimento da IA. Essas atividades compõem a etapa inicial da construção de uma estratégia estadual, visando estabelecer bases sólidas para políticas públicas eficazes.

O *benchmarking* internacional permitiu destacar boas práticas em capacitação, infraestrutura, governança e monitoramento, com ênfase nos setores de saúde, educação, administração pública e indústria. O diagnóstico local revelou avanços em infraestrutura computa-

cional e formação profissional, mas também evidenciou fragilidades, como a baixa adoção de IA por empresas tradicionais e a ausência de centros especializados.

O mapeamento de *stakeholders* indicou a existência de um ecossistema em formação, com potencial para articulação intersetorial. A análise SWOT proposta destacou pontos fortes como o investimento em supercomputação e oportunidades como a criação de centros de excelência e o alinhamento com políticas nacionais. As recomendações propostas priorizam o fortalecimento da infraestrutura, a ampliação da capacitação e o estímulo à colaboração entre os setores público, privado e acadêmico.

REFERÊNCIAS

AI WATCH. **National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective**. 2022 edition. Disponível em: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129123. Acesso em: 14 fev. 2025.

CALO, R.; FREEMAN, M.; RIDGE, R. The institutional life of algorithmic risk assessment. **Columbia Law Review**, v. 121, n. 7, p. 1875-1925, 2021.

CIFAR - CANADIAN INSTITUTE FOR ADVANCED RESEARCH. **Building an AI World:** Report on National and Regional AI Strategies. Toronto: CIFAR, 2020. Disponível em: https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/05/buildinganaiworld_eng.pdf. Acesso em: 18 maio 2025.

CIHON, Peter. **Standards for AI Governance:** International Standards to Enable Global Coordination in AI Research & Development. Oxford: Future of Humanity Institute, University of Oxford, 2019. Technical Report. Disponível em: https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Standards_-FHI-Technical-Report.pdf. Acesso em: 29 abr. 2025.

FHI - FUTURE OF HUMANITY INSTITUTE. **Standards for AI Governance:** International Alignment for Global Cooperation. Technical Report. University of Oxford, 2023.

FORUM IA. **AI Strategy**. Disponível em: https://api.forum-ia.devbeet.com/app/uplads/2020/09/ai-strategy_en_acj-19-juin-v8.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

GOVERNO DA CATALUNHA. **Catalonia's Artificial Intelligence Strategy**. Barcelona: Ministry for Digital Policy and Public Administration, Secretariat for Digital Policy, fev. 2020.

GOVERNO DA BAIXA SAXÔNIA. **KI-Strategie Niedersachsen**. Disponível em: https://www.stk.niedersachsen.de/download/183511/Anlage_KI-Strategie_Niedersachsen.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

JOBIN, A.; IENCA, M.; VAYENA, E. The global landscape of AI ethics guidelines. **Nature Machine Intelligence**, v. 1, n. 9, p. 389-399, 2019.

JUNTA DE ANDALUCÍA. **Estrategia Andalucía Inteligencia Artificial 2030**. Disponível em: https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2023-06/Estrategia_Andalucia_Inteligencia_%20Artificial_2030.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence (OECD Legal Instrument 0449)**. 2019. Disponível em: https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449. Acesso em: 14 fev. 2025.

RADU, Roxana. The governance of artificial intelligence in Canada: Findings and reflections. **Government Information Quarterly**, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 101600, 2021.

REGIÃO ÎLE-DE-FRANCE. **Un plan pour faire de l'Île-de-France la 1ère région européenne en intelligence artificielle**. Disponível em: https://www.iledefrance.fr/toutes-les-actualites/un-plan-pour-faire-de-lile-de-france-la-1re-region-europeenne-en-intelligence-artificielle. Acesso em: 6 fev. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. **AI Government Strategy Toolkit**. Geneva: World Economic Forum, 2019. Disponível em: https://www.weforum.org/whitepapers/a-toolkit-for-public-sector-leaders-on-artificial-intelligence. Acesso em: 29 abr. 2025.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO E TRABALHO: UMA ANÁLISE DO DISCURSO SOBRE DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Mariane Rocha Camargo Vasconcelos
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
marianevasconcelos@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/3839112768864291

Edwaldo Dias Bocuti
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
edwaldobocuti@secitec.mt.gov.br - https://orcid.org/0000-0003-0700-1754

Elinez da Silva Rocha
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
elinezrocha@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/1480051901520516

Simone Francieli Guarnieri
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci MT)
simoneguarnieri@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/0415668583063881

Resumo: Este artigo analisa os discursos que emergem no encontro entre inteligência artificial, educação e o mundo do trabalho. A investigação fundamenta-se nos pressupostos da Análise do Discurso Digital, da noção de ressignificação em contexto digital e nas reflexões sobre discurso e gêneros discursivos. O estudo toma como eixo central a Lei nº 14.945/2024, que redefine diretrizes para o ensino médio brasileiro, e examina como seus enunciados constroem sentidos sobre a relação entre formação técnica, inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável. O artigo explora as diretrizes da nova lei, conforme esclarecimentos do Ministério da Educação (MEC), buscando compreender os modos pelos quais os discursos institucionais e educacionais atualizam, tensionam ou ressignificam os sentidos atribuídos à inteligência artificial e ao trabalho, à luz das transformações contemporâneas na política educacional.
Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Educação. Inteligência Artificial. Lei nº 14.945/2024. Trabalho.

Abstract: *This article analyzes the discourses that emerge at the intersection of Artificial Intelligence, education, and the world of work. The investigation is based on the assumptions of Digital Discourse Analysis, the notion of resignification in a digital context, and reflections on discourse and discursive genres. It takes as its central axis Law nº 14.945/2024, which redefines guidelines for Brazilian secondary education, and examines how its statements construct meanings about the relationship between technical training, technological innovation, and sustainable development. The article explores the guidelines of the new law, according to clarifications from the Ministry of Education (MEC), seeking to understand the ways in which institutional and educational discourses update,*

strain, or resignify the meanings attributed to Artificial Intelligence and work, in light of contemporary transformations in educational policy.
Keywords: *Artificial Intelligence. Education. Law nº 14.945/2024. Sustainable Development. Work.*

INTRODUÇÃO

A emergência e a rápida expansão da Inteligência Artificial (IA) têm provocado transformações significativas em diversos setores da sociedade, com impactos notáveis nos campos da educação e do trabalho. Nesse contexto, a Análise do Discurso (AD) se apresenta como uma ferramenta teórica e metodológica potente para investigar as complexas relações discursivas que se estabelecem em torno dessa temática.

Inspirados pelas contribuições de Michel Foucault (2016) sobre as relações de poder e a produção de verdade nos discursos, bem como pelas reflexões de Dominique Maingueneau (2015) acerca do discurso como espaço de enunciação organizado em gêneros, propomos neste artigo uma análise exploratória das formações discursivas presentes na Lei nº 14.945/2024, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no que tange à articulação entre ensino médio, formação técnica e profissional, buscando identificar elementos discursivos que sinalizem os desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável em um cenário permeado pela IA.

A Lei nº 14.945/2024, instituída em 31 de julho de 2024, reestrutura o ensino médio brasileiro, alterando a LDB e revogando parcialmente a Lei nº 13.415/17, que dispôs sobre a reforma anterior. Conforme esclarecimentos do Ministério da Educação (MEC), a implementação da nova lei ocorrerá gradualmente, iniciando-se em 2025 para os estudantes da primeira série do ensino médio, estendendo-se para a segunda série em 2026 e para a terceira em 2027. A secretária de Educação Básica do MEC, Kátia Schweickardt, destaca que as diretrizes curriculares serão revistas e os itinerários formativos serão mais bem delineados em colaboração com o Conselho Nacional de Educação (CNE), redes estaduais e especialistas, com o objetivo de alinhar o ensino médio às demandas do século XXI e às transformações no mundo do trabalho impulsionadas pela tecnologia.

Considerando a centralidade da legislação na orientação das políticas educacionais, torna-se fundamental compreender como a relação entre ensino médio, formação técnica e o mundo do trabalho é discursivamente construída nesse marco legal, que servirá como ponto de partida para estudos futuros sobre a implementação dessas diretrizes e suas implicações para a IA e o desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, a Análise do Discurso Digital (Paveau, 2021), com sua ênfase nas especificidades do ambiente online e nos processos de ressignificação em contextos digitais (Paveau; Costa; Baronas, 2021), oferece um instrumental teórico relevante para investigar como os sentidos de conceitos como "aprendizagem", "competência" e "trabalho" são mobilizados e transformados nos discursos relacionados à IA e à educação profissional.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Fundamentação teórica: a análise do discurso e as transformações na educação e no trabalho na era da inteligência artificial

A complexa relação entre Inteligência Artificial (IA), Educação e Trabalho, no contexto do desenvolvimento sustentável, demanda uma abordagem teórica e metodológica capaz de desvelar as construções de sentido que permeiam essa articulação. A Análise do Discurso (AD), com suas diversas correntes, oferece um arcabouço fecundo para investigar as formações discursivas que emergem nesse cenário de rápidas transformações. Inspirados pelas reflexões de Michel Foucault (2016) sobre as relações de poder e a produção de verdade nos discursos, buscamos compreender como a IA é discursivamente moldada e como seus impactos nos campos da educação e do trabalho são negociados.

Dominique Maingueneau (2015) contribui significativamente ao analisar o discurso como um espaço de enunciação organizado em gêneros, com características textuais, contextuais e finalidades comunicativas específicas. A questão da existência e das transformações dos gêneros

discursivos na web (Maingueneau, 2016) torna-se crucial ao analisarmos materiais relacionados à implementação de novas práticas educacionais mediadas ou impactadas pela IA.

A Análise do Discurso Digital (Paveau, 2021) expande o olhar da AD para as especificidades do ambiente online, considerando as materialidades digitais e as novas práticas discursivas. Conceitos como dispositivo informacional e cena enunciativa digital auxiliam na compreensão de como os discursos sobre a IA na educação e no trabalho circulam e são interpretados em plataformas digitais. A noção de ressignificação em contexto digital (Paveau; Costa; Baronas, 2021) é igualmente relevante para analisar como os sentidos de termos como "aprendizagem", "competência", "trabalho" e "desenvolvimento sustentável" são reconfigurados nos discursos relacionados à IA e à educação.

1.2 Análise discursiva da Lei nº 14.945/2024: Ensino Médio, Formação Técnica e o horizonte da Inteligência Artificial

A Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024, ao alterar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), estabelece novas diretrizes para o ensino médio brasileiro, com um foco notável na articulação entre a formação geral básica e os itinerários formativos, incluindo a formação técnica e profissional. A análise desta legislação, como ponto de partida para compreendermos as relações discursivas entre educação, trabalho e o emergente cenário da inteligência artificial, revela algumas formações discursivas relevantes.

A nova lei redefine a carga horária da Formação Geral Básica (FGB), elevando-a para 2.400 horas do mínimo de 3 mil horas totais nos três anos do ensino médio. Conforme o secretário-executivo adjunto do MEC, Gregório Grisa, esse aumento garante o retorno de componentes curriculares importantes como literatura, artes, educação física, biologia, física, química, filosofia, geografia, história e sociologia. Essa mudança discursiva enfatiza a importância de uma base educacional ampla e diversificada, que pode fornecer os alicerces necessários para a compreensão e a atuação em um mundo cada vez mais influenciado pela tecnologia, incluindo a IA.

A regulamentação dos itinerários formativos é outro ponto central da nova lei. Com uma carga horária mínima de 600 horas (podendo chegar a 1.200 horas na formação técnica e profissional), os itinerários visam aprofundar o conhecimento em diferentes áreas, incluindo Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da natureza e suas tecnologias; Ciências humanas e sociais aplicadas; e Formação técnica e profissional (EPT). A obrigatoriedade de que todas as escolas ofereçam, no mínimo, dois itinerários formativos (exceto as que ofertam EPT) sinaliza um discurso de diversificação das opções educacionais e de maior alinhamento com os interesses e aptidões dos estudantes, o que pode facilitar a sua inserção em um mundo do trabalho em transformação pela IA.

No que tange à Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a lei estabelece que a carga horária mínima da FGB será de 2.100 horas, admitindo-se 300 horas para o aprofundamento de conteúdos da BNCC relacionados à formação técnica. No itinerário com ênfase na formação técnica, a carga horária mínima será de 900 horas, podendo chegar a 1.200 horas, totalizando as 3 mil horas do ensino médio. O MEC esclarece que as 300 horas destinadas à FGB em cursos técnicos devem abordar componentes estritamente relacionados à área do curso, buscando uma articulação mais efetiva entre a formação geral e a profissional. Esse discurso de integração curricular pode ser crucial para preparar técnicos com uma base sólida para inovar e adaptar-se às demandas de um mundo impulsionado pela IA.

Embora a inteligência artificial não seja explicitamente mencionada na Lei nº 14.945/2024, a análise semântica de termos como "metodologias investigativas" (art. 35-B, § 1º, inciso I), "articulação entre os diferentes saberes" (inciso IV), e o desenvolvimento de "competências e habilidades" (art. 35-B, § 4º) podem ser interpretados como elementos discursivos que preparam o terreno para a integração de conhecimentos relacionados à tecnologia e à inovação, áreas intrinsecamente ligadas à IA. A menção à possibilidade de reconhecimento de "cursos de qualificação profissional" (art. 35-B, § 4º, inciso II) também abre espaço para a valorização de formações específicas na área de tecnologia.

Ainda que o desenvolvimento sustentável seja mencionado de forma direta apenas no art. 35-B, § 2º ("de forma ambiental e socialmente res-

ponsável"), essa inserção discursiva, embora breve, sinaliza uma preocupação com a dimensão da sustentabilidade na formação dos jovens para o mundo do trabalho. Futuras análises poderão investigar como essa diretriz será operacionalizada nos currículos e nas práticas pedagógicas, e se a IA será discursivamente conectada a essa temática em outros documentos e contextos.

Um ponto importante trazido pela nova lei, conforme o MEC, é que o ensino médio será ofertado de forma presencial, admitindo-se, excepcionalmente, o ensino mediado por tecnologia em casos específicos, a serem regulamentados com a participação dos sistemas estaduais e distrital de ensino. Essa diretriz discursiva reforça a centralidade da interação presencial no processo de aprendizagem, ao mesmo tempo que reconhece a necessidade de adaptação a realidades geográficas específicas, como apontado pelo secretário-executivo adjunto do MEC.

2. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A análise inicial da Lei nº 14.945/2024, enriquecida pelas informações do MEC, revela uma forte ênfase na articulação entre o ensino médio e o mundo do trabalho, com uma valorização da formação técnica e profissional e uma ampliação da carga horária da formação geral básica. Embora a inteligência artificial não seja explicitamente detalhada, a lei estabelece diretrizes que podem ser interpretadas como um reconhecimento da necessidade de desenvolver competências e habilidades relevantes para um futuro do trabalho permeado pela tecnologia.

Nesse sentido, a menção ao desenvolvimento de forma "ambiental e socialmente responsável" aponta para uma preocupação com a sustentabilidade, que poderá ser mais explorada em estudos futuros sobre a implementação dessas diretrizes. Esta análise inicial serve como um ponto de partida para investigações mais aprofundadas sobre como os discursos em torno da IA e do desenvolvimento sustentável se manifestarão na operacionalização do Novo Ensino Médio.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa configurou-se como uma análise do discurso de natureza qualitativa, com o objetivo de investigar como a Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), constrói discursivamente a relação entre o ensino médio, a formação técnica e profissional, e as possíveis implicações para o desenvolvimento sustentável no contexto da emergente Inteligência Artificial (IA). Dada a natureza exploratória inicial deste estudo, focou-se na identificação das principais formações discursivas e nos elementos semânticos presentes no texto legal, complementados pelas informações divulgadas pelo Ministério da Educação (MEC) sobre a implementação da lei.

3.1 Procedimentos de coleta de dados

A principal fonte de dados para esta análise foi o texto integral da Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024, bem como os esclarecimentos e informações divulgadas pelo Ministério da Educação (MEC) em seu site oficial sobre a reestruturação da Política Nacional de Ensino Médio. Esse conjunto de documentos legais e informativos é considerado um artefato discursivo fundamental, pois estabelece diretrizes e alterações para o ensino médio brasileiro, incluindo a articulação com a educação profissional e tecnológica, e fornece o discurso oficial sobre sua implementação.

Destaca-se que a coleta de dados envolveu a leitura atenta e a seleção de trechos da lei e das informações do MEC que se mostrem relevantes para a temática da pesquisa, especialmente aqueles que mencionam a organização curricular, a formação técnica e profissional, as finalidades da educação no ensino médio e o cronograma de implementação.

3.2 Técnicas de análise de dados

A análise do texto da Lei nº 14.945/2024 e das informações do MEC foi orientada pelos pressupostos teóricos da Análise do Discurso, com foco em:

- ***Identificação das formações discursivas:*** Foram identificados os principais eixos discursivos presentes na lei e nos esclarecimentos do MEC que tangenciam a relação entre ensino médio, formação técnica e profissional, e, implicitamente, a preparação para um futuro do trabalho influenciado pela IA e as demandas por desenvolvimento sustentável. Buscou-se compreender como a lei define e articula esses diferentes elementos e como o MEC os apresenta à sociedade.
- ***Análise semântica e lexical:*** Realizou-se uma análise detalhada do vocabulário utilizado na lei e nas informações do MEC para descrever a formação técnica e profissional, as finalidades do ensino médio, as mudanças na carga horária e as possíveis conexões com as demandas do mundo do trabalho e do desenvolvimento. Foram observados os termos recorrentes, as definições apresentadas e as possíveis implicações semânticas das escolhas lexicais.
- ***Identificação de ênfases e prioridades:*** A análise buscou identificar as ênfases e as prioridades estabelecidas pela lei e pelo MEC em relação à formação técnica e profissional no ensino médio, à ampliação da formação geral básica e ao cronograma de implementação. Quais são os objetivos explicitados? Quais modalidades de articulação são privilegiadas? Como a lei e o MEC sinalizam a importância da preparação para o mundo do trabalho?
- ***Relações discursivas implícitas:*** Mesmo que a inteligência artificial e o desenvolvimento sustentável não sejam explicitamente mencionados de forma extensiva na lei, a análise buscou identificar possíveis relações discursivas implícitas. Por exemplo, a ênfase na articulação com o mundo do trabalho e no desenvolvimento de competências pode ser interpretada como uma preparação para um cenário futuro em que a IA terá um papel significativo. Da mesma forma, a menção a uma formação "ambiental e socialmente responsável" (art. 35-B, § 2º) pode ser um ponto de entrada para futuras análises sobre a sustentabilidade. As informações do MEC sobre a implementação gradual também foram consideradas na análise das estratégias discursivas.

A análise foi de natureza interpretativa e buscou compreender a lógica discursiva que estrutura a lei e as informações do MEC, bem como as possíveis implicações de suas diretrizes para a educação e o trabalho no Brasil. Este estudo inicial se concentrou em fornecer um panorama das principais orientações da lei e do discurso oficial sobre sua implementação, servindo como base para futuras pesquisas que poderão aprofundar a análise em outros materiais e contextos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da Lei nº 14.945/2024, em conjunto com os esclarecimentos do MEC, revela um discurso que centraliza a conexão entre o ensino médio e o mundo do trabalho como um dos pilares da reforma. A insistente menção ao "caráter formativo" do trabalho e à "preparação para o mundo do trabalho" (art. 35-B) indica uma orientação da educação secundária para as demandas do mercado. Essa ênfase pode ser interpretada como uma resposta à crescente complexidade e dinamismo do cenário laboral contemporâneo, no qual a Inteligência Artificial (IA) desponta como uma força transformadora significativa. Embora a lei não mencione diretamente a IA, a priorização da preparação para o trabalho sugere uma preocupação em munir os jovens com as competências necessárias para um futuro profissional incerto e em constante evolução, em que habilidades digitais e adaptabilidade provavelmente serão cruciais.

A centralidade dos itinerários formativos, especialmente a formação técnica e profissional (art. 36), reforça essa diretriz. Ao institucionalizar essa modalidade como uma das ênfases possíveis para o aprofundamento no ensino médio, a lei sinaliza um reconhecimento da relevância da educação profissionalizante como via de acesso ao mundo do trabalho. Essa perspectiva dialoga com as discussões sobre a necessidade de requalificação e formação de novos profissionais em áreas emergentes, muitas das quais são impulsionadas pela IA. A articulação com os eixos tecnológicos e o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT) busca garantir uma maior sintonia entre a oferta educacional e as necessidades do setor produtivo.

Ainda que a inteligência artificial não seja um termo explícito na lei, a valorização de "metodologias investigativas" e da "articulação entre os diferentes saberes" (art. 35-B) pode ser lida como uma abertura discursiva para abordagens pedagógicas que incentivem o desenvolvimento de pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade – habilidades essenciais em um mundo cada vez mais mediado por tecnologias inteligentes. A possibilidade de reconhecimento de "cursos de qualificação profissional" (art. 35-B) também sugere uma flexibilidade para incorporar formações específicas que atendam às demandas de setores tecnológicos, potencialmente ligados à IA.

A menção ao desenvolvimento de forma "ambiental e socialmente responsável" (art. 35-B) representa um ponto importante, embora breve, na legislação. Esse direcionamento discursivo aponta para a necessidade de integrar a dimensão da sustentabilidade na formação dos jovens. Em futuras implementações e em outros documentos normativos, será crucial observar como essa diretriz se articulará com as discussões sobre o papel da IA no desenvolvimento sustentável, tanto como ferramenta para soluções ambientais e sociais quanto como campo profissional em crescimento.

A explicitação do MEC sobre a implementação gradual da lei, iniciando em 2025, e a manutenção da presencialidade como regra para o ensino médio, com exceções mediadas por tecnologia, também moldam o discurso em torno da reforma. A ênfase na colaboração com o CNE e as redes estaduais para a revisão das diretrizes curriculares e a definição dos itinerários formativos sugere uma busca por legitimidade e adesão à nova política.

Em suma, a análise da Lei nº 14.945/2024, em diálogo com o discurso do MEC, revela uma reforma do ensino médio que prioriza a conexão com o mundo do trabalho, valoriza a formação técnica e profissional e busca uma ampliação da formação geral básica. Embora a IA não seja central no texto legal, a lei abre possibilidades para o desenvolvimento de competências relevantes para a era digital, e a breve menção à sustentabilidade indica uma preocupação com o futuro do trabalho em uma perspectiva mais ampla. O sucesso dessa reforma dependerá da forma como suas diretrizes serão interpretadas e implementadas nas práticas pedagó-

gicas e nos currículos, e de como a IA e o desenvolvimento sustentável serão incorporados nesse novo cenário discursivo e prático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente análise da Lei nº 14.945/2024, enriquecida pelos esclarecimentos do Ministério da Educação (MEC), permitiu identificar um forte direcionamento discursivo para a articulação entre a educação secundária e o mundo do trabalho, com uma valorização da formação técnica e profissional e uma ampliação da carga horária da formação geral básica. A lei busca preparar os estudantes para um mundo em transformação, embora não explicite o papel da inteligência artificial nesse cenário. As diretrizes que incentivam metodologias investigativas e a articulação de saberes podem ser interpretadas como um caminho para o desenvolvimento de habilidades relevantes para a era digital. A inclusão da formação "ambiental e socialmente responsável" aponta para a importância da sustentabilidade na educação, um tema que poderá ganhar maior destaque em futuras regulamentações e práticas pedagógicas relacionadas à IA.

A implementação gradual da lei, a partir de 2025, conforme indicado pelo MEC, exigirá um acompanhamento atento dos sistemas de ensino e da comunidade educacional para que os objetivos de aprofundamento da formação geral e de qualificação para o trabalho sejam efetivamente alcançados. A regulamentação do ensino mediado por tecnologia para casos excepcionais também demandará diretrizes claras para garantir a qualidade do processo educativo.

Concluindo, este estudo inicial, ao focar na análise do texto legal e nas informações do MEC, oferece um panorama das principais orientações para o ensino médio no Brasil, servindo como base para futuras pesquisas. Sugere-se que investigações posteriores se debrucem sobre a implementação dessas diretrizes nas práticas pedagógicas e nos currículos, analisando como a inteligência artificial e o desenvolvimento sustentável são efetivamente incorporados e discursivamente construídos no cotidiano escolar. A análise de outros documentos normativos, materiais

curriculares e discursos de gestores e educadores poderá aprofundar a compreensão das complexas relações entre IA, educação e trabalho no contexto do Novo Ensino Médio brasileiro.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 13 de novembro de 2024**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM.

BRASIL. **Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), a fim de definir diretrizes para o ensino médio, e as Leis nºs 14.818, de 16 de janeiro de 2024, 12.711, de 29 de agosto de 2012, 11.096, de 13 de janeiro de 2005, e 14.640, de 31 de julho de 2023. Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. O que muda no ensino médio a partir de 2025. **GOV.BR**, ago. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/o-que-muda-no-ensino-medio-a-partir-de-2025. Acesso em: 12 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 4. ed. Brasília, DF, 2024.

FOUCAULT, Michel. **As Palavras e as Coisas**. 10. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2016.

MAINGUENEAU, Dominique. **Discurso e Análise do Discurso**. Tradução de Sírio Possenti. 1. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2015.

MAINGUENEAU, Dominique. Gêneros do Discurso e Web: Existem os Gêneros Web? **Revista da ABRALIN**, v. 15, n. 3, p. 135-160, 2016.

PAVEAU, Marie-Anne. **Análise do Discurso Digital** – dicionário das formas e das práticas. Tradução de Julia Lourenço Costa e Roberto Leiser Baronas. 1. ed. Campinas, SP: Pontes Editores, 2021.

PAVEAU, Marie-Anne; COSTA, Julia Lourenço; BARONAS, Roberto Leiser. **Ressignificação em contexto digital**. São Carlos: EdUFSCar, 2021.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: NARRATIVAS DO TRABALHO DOCENTE NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Cinara Kottwitz Manzano Brenzan
Unioeste/CCSA - Marechal Cândido Rondon
cinara.brenzan@unioeste.br - https://orcid.org/0000-0002-1684-2320

Grasiela Veloso dos Santos Heidmann
Escola Técnica Estadual de Sinop (Seciteci/MT)
grasielaheidmann@secitec.mt.gov.br - https://orcid.org/0000-0002-1483-2946

Maria Luiza Troian
Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFMT)
mariatroian@secitec.mt.gov.br - https://orcid.org/0000-0003-3966-5926

Milton Mauad de Carvalho Câmera Filho
Escola Técnica Estadual de Sinop (Seciteci/MT)
miltonfilho@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/5915413178900191

Thielide Verônica da Silva Pavanelli Troian
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
thielide@unemat.br - http://lattes.cnpq.br/5801247338328741

Resumo: O artigo aborda a Inteligência Artificial (IA) generativa na prática docente a partir das narrativas de quatro professores da educação profissional, construídas em rodas de conversa virtuais. O objetivo foi refletir sobre os desafios, possibilidades e impactos da IA no cotidiano educacional, considerando o cenário contemporâneo descrito por Bauman (2008) como 'modernidade líquida' articulado com os princípios da pedagogia crítica de Freire (1987) e da formação docente como desenvolvimento *continuum* em Nóvoa (2022). A pesquisa, de abordagem qualitativa e fundamentada na metodologia da pesquisa narrativa (Clandinin; Connelly, 2015), concebe a experiência como fonte de conhecimento (Dewey, 1976). As narrativas revelam tensões produtivas entre a pressão para formação para o mundo do trabalho instável e tecnologizado e o compromisso ético com a formação humana, crítica e emancipatória. Os professores, ao compartilharem suas vivências com a IA, expressam sentimentos de ambivalência, medo, curiosidade e culpa e identificam a necessidade de formação continuada. As narrativas indicam que a IA pode ser uma ferramenta pedagógica potente quando mediada com intencionalidade educativa, leitura crítica do mundo e compromisso ético. Destaca-se ainda a importância de políticas institucionais que garantam tempo, estrutura e formação docente adequada. Conclui-se que a IA não substitui o professor, mas exige uma ressignificação do seu trabalho como mediador de conhecimentos e formador de sujeitos autônomos. O estudo reforça que a transformação educativa passa pela valorização do trabalho docente e pela construção de práticas reflexivas que integrem tecnologias de forma crítica e humanizadora.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Trabalho docente. Narrativas. Formação profissional. Educação.

DOI: 10.29327/2686685.1.4-5

Abstract: *his article explores generative Artificial Intelligence (AI) in teaching practice through the narratives of four vocational education teachers, gathered during virtual discussion circles. The aim was to reflect on the challenges, possibilities, and impacts of AI in daily educational life, considering the contemporary scenario described by Bauman (2008) as 'liquid modernity,' articulated with Freire's (1987) principles of critical pedagogy and Nóvoa's (2022) concept of continuous teacher development. The qualitative research, based on narrative inquiry methodology (Clandinin and Connelly, 2015), conceives experience as a source of knowledge (Dewey, 1976). The narratives reveal productive tensions between the pressure for training for an unstable and technologized job market and the ethical commitment to critical, emancipatory human development. When sharing their experiences with AI, teachers express feelings of ambivalence, fear, curiosity, and guilt, and identify the need for continuous training. The narratives indicate that AI can be a powerful pedagogical tool when mediated with educational intentionality, a critical reading of the world, and an ethical commitment. The importance of institutional policies that ensure adequate time, structure, and teacher training is also highlighted. The study concludes that AI does not replace the teacher but demands a redefinition of their role as a mediator of knowledge and a developer of autonomous individuals, reinforcing that educational transformation involves valuing teaching work and building reflective practices that integrate technologies critically and humanely.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Teaching practice. Narratives. Professional training. Education.*

INTRODUÇÃO

A questão da pesquisa aqui abordada surge a partir de uma roda de conversa online entre quatro profissionais da educação, quando informalmente dialogavam sobre a utilização dos recursos da Inteligência Artificial (IA) generativa nas atividades docentes. Esse grupo se apresenta como autores do presente artigo, o que justifica a escolha por seguirmos a escrita na primeira pessoa do plural. Nesse processo dialógico compartilhamos nossas experiências, inquietações, dúvidas, inseguranças e curiosidades sobre o tema, que está cada vez mais presente no cotidiano do fazer docente, ao possibilitar a criação de textos acadêmicos, pesquisa, imagens, entre outros, a partir de apreensões de dados disponíveis na internet.

Na roda de conversa vivenciada pelo grupo, constituem-se narrativas que compreendemos como construção subjetiva elaborada a partir das experiências que são ressignificadas em processos relacionais e *continuum* durante o narrar, gerando conhecimentos e formação. A investigação foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa que permeou

a elaboração e a análise dos dados, com a pesquisa narrativa fundamentada em Clandinin e Connelly (2015), em que os pesquisadores também são participantes do estudo na elaboração e análise das narrativas e estão em processo de formação.

1. CONTEXTO DA PESQUISA

Compreendemos o sentido da pesquisa quando esta surge a partir de uma questão que nos desafia e é desconhecida no campo científico. Assim, nos mobilizamos para debater e refletir sobre os impactos e desafios do uso das IAs no fazer docente, por meio de narrativas vivenciadas na roda de conversa. Faremos a abordagem da IA na educação na relação com a formação profissional e o mundo do trabalho na contemporaneidade, marcada pela mercantilização, consumismo, imediatismo, desumanização, relações e organizações sociais fragilizadas.

Essas reflexões são pautadas no que Bauman (2007, p. 47) define como 'modernidade líquida': "Escolhi chamar de modernidade líquida a crescente convicção de que a mudança é a única coisa permanente e a incerteza, a única certeza". Entendemos, então, com Bauman, que as mudanças acontecem muito rapidamente, com fácil acesso às informações e sem tempo para reflexões.

Assim, abordaremos a pesquisa neste contexto, não por defendê-lo e sim, por entendê-lo como realidade atual na qual queremos pensar a educação. Estamos na pesquisa como protagonistas e defensores de uma educação de qualidade, inclusiva, atualizada científica e tecnologicamente, comprometida e responsável com o desenvolvimento social, ambiental e econômico, na perspectiva de formação humana e emancipadora.

1.1 Organizadores e caminhos da pesquisa

Para conhecer a partir de aspectos que são subjetivos e que movem as ações dos professores e a nós mesmos, optamos pela pesquisa narrativa, que estuda a experiência a partir do processo de narrar. Experiência conceituada a partir de Dewey (1976), que se caracteriza pela interação contínua do pensamento com seu ambiente pessoal, social, com objetos e

acontecimentos do mundo, que geram conhecimentos e transformações. Assim, as narrativas trazem um movimento *continuum* de ressignificações de experiências relacionadas à IA generativa na educação, elaboradas a partir da compreensão e inquietações de professores.

Para Clandinin e Connelly (2015), a investigação narrativa começa com a ontologia da experiência no processo de narrar para conhecer e compreender o objeto de pesquisa a partir de uma construção e análise que envolve dimensões pessoais, sociais, dos lugares e da temporalidade onde os acontecimentos acontecem. É nessa tridimensionalidade que construímos e analisamos nossas narrativas sobre a IA generativa na educação profissional e tecemos nossas considerações no contexto educacional em que atuamos.

A pesquisa surge no momento de uma primeira roda de conversa online, utilizando a ferramenta *Google Meet*, para planejarmos um artigo sobre inteligência artificial. Nesse momento, cada um dos participantes trouxe suas experiências, inquietações e reflexões sobre o tema e, nesse processo de escuta, diálogos e narrativas, compartilhamos e construímos conhecimentos. Percebemos então que a roda de conversa proposta para planejarmos a elaboração de um artigo sobre IA resultou, ainda, em um momento de formação e elaboração do projeto de pesquisa sobre o tema da IA a partir de grupo específico de professores da Formação Profissional, como também em uma segunda roda de conversa gravada e transcrita como parte da pesquisa para abordar o tema deste artigo. Desse modo, organizamos nossas reflexões, pautadas nas abordagens conceituais da IA na educação e sua interação com nosso fazer docente.

1.2 Abordagens conceituais da Inteligência Artificial na Educação

A Inteligência Artificial (IA) está integrada ao nosso cotidiano e suas origens remontam ao período pós-Segunda Guerra Mundial. Os primeiros estudos sobre IA foram desenvolvidos por Alan Mathison Turing numa tentativa de decifrar os códigos das máquinas e os enigmas utilizados pelos nazistas, porém o primeiro trabalho publicado e reconhecido como IA foi de Warren McCulloch e Walter Pitts em 1943. A partir dos estudos do neurocientista Miguel Nicolelis (2023), que compreende

a IA não como uma inteligência, e sim, uma estratégia de marketing de exploração do trabalho humano, Gonchorovski e Cassol (2025, p. 3558) observam que:

> A IA não efetuou um sequestro; ao contrário, é a própria espécie humana que estão restringindo sua evolução, ou seja, por trás de cada tecnologia existem interesses políticos, sociais e econômicos controlados por um grupo e movidos por interesses que nem sempre são claros ou compreendidos em um primeiro momento e somente quando nos aprofundarmos mais no conhecimento das informações que chegam até nós é que poderemos descobrir qual o verdadeiro objetivo da tecnologia que é oferecida para a população. Por isso, precisamos estar abertos às novidades sem sermos dogmáticos a ponto de dizer que tudo o que está na mídia é verdade e que funciona exatamente como propagandeado.

Nessa perspectiva, os autores nos levam a inferir que é importante considerar que o acelerado e intensificado avanço da inteligência artificial tem relação com o perfil da sociedade contemporânea, conceituada por Bauman (2008) como sociedade ou modernidade líquida, caracterizada por ações imediatistas, consumistas e utilitaristas da contemporaneidade, com um excesso de informações e muitas atividades que desfavorecem as relações humanas, laços afetivos e reflexões coletivas, com o foco no quantitativo de produtividade, múltiplas competências e atividades individualistas e competitivas.

Vale destacar que esse cenário exige um constante aprimoramento e observa-se uma mudança significativa na demanda por determinadas profissões, com ênfase crescente em competências mais complexas, criativas, autônomas e tecnológicas. A modernidade líquida impõe uma demanda de flexibilidade e desafia os sujeitos a desenvolverem capacidades de trabalho com criação de soluções inovadoras, ao mesmo tempo que os sobrecarrega, direcionando o tempo nas constantes atividades do cotidiano, se configurando como um paradoxo do nosso tempo.

Nesse contexto, a educação formal precisa, também, ser ressignificada, no alerta de Nóvoa (2022), ao apontar a necessária metamorfose da educação. Observa-se que o sistema educacional ainda mantém os traços desde a sua constituição na organização dos edifícios, na organização da sala de aulas com carteiras enfileiradas viradas para um quadro com o professor posicionado em frente aos alunos. O que leva à permanência

dessa estrutura organizacional de educação escolar? Entendemos pertinente essa reflexão para o debate da utilização da IA na educação.

Ainda nessa reflexão, Nóvoa (2022) integra o pensamento de Bauman (2008), ao refletir que a educação passa por uma crise conceitual e estrutural em um contexto no qual as tarefas repetitivas vêm sendo progressivamente automatizadas na fluidez da modernidade líquida. Então, os conhecimentos profissionais precisam constantemente de novas significações e atualizações. Não existe mais qualquer vínculo duradouro, independentemente da natureza do conhecimento profissional e, se não atualizado, torna-se obsoleto, o que nos leva a inferir que o fazer docente não pode se furtar dessa discussão.

A partir dos dados do relatório do *Institute for the Future* de 2018, que apontam que cerca de 85% das vagas de empregos de 2030 ainda não foram inventadas, ou seja, esta profissão ainda não existe, Nóvoa (2022) faz uma reflexão sobre a IA na relação trabalho e educação e vagas de emprego. Além das desconhecidas vagas de trabalho para a próxima década, também, a modernidade líquida, conforme descrita por Bauman (2008), impacta diretamente as relações de trabalho e a disponibilidade de vagas, marcadas por crescente instabilidade e insegurança.

Esse processo, iniciado ainda na Revolução Industrial, gerou profundas transformações no mundo do trabalho, substituindo gradativamente a força humana por máquinas e automatizando tarefas até então realizadas por pessoas. Atualmente, com o avanço da inteligência artificial, esse movimento se intensifica, fazendo com que muitas funções anteriormente desempenhadas manualmente sejam assumidas por tecnologias, acentuando ainda mais a volatilidade das relações laborais na contemporaneidade (Nóvoa, 2022). A educação é parte deste processo, inserida na sociedade atual, formando pessoas para a vida individual e social e para o mundo do trabalho para esta sociedade contemporânea. Trazemos aqui essas reflexões para pensarmos a inteligência artificial na educação na atualidade.

A ascensão da Inteligência Artificial (IA) no campo educacional, especialmente nos países desenvolvidos, e um pouco menos nos países em desenvolvimento, tem transformado profundamente as práticas pedagógicas e exigido novas abordagens de ensino e aprendizagem. Conforme relatório do Departamento de Educação dos Estados Uni-

dos (2023), a integração da IA na educação oferece oportunidades para personalizar o ensino, apoiar a diversidade de estilos de aprendizagem e ampliar a eficácia dos processos educativos. No entanto, também impõe desafios éticos, de privacidade e de equidade que exigem políticas específicas para seu uso responsável.

A pesquisa de Rufai, Khan e Hasan (2024) aprofunda a análise pedagógica da IA, enfatizando a importância de métodos de ensino que integrem teoria e prática, incentivem a aprendizagem autodirigida e conectem os conteúdos a problemas reais. Seu estudo qualitativo, utilizando a *Grounded Theory*, identificou que os métodos mais eficazes em cursos de IA são aqueles que equilibram conceitos teóricos com aplicações práticas, promovendo um ensino mais dinâmico e adaptado às necessidades dos estudantes.

Em paralelo, Araújo, Fernandes e Vilas Boas (2024) ressaltam, por meio de uma revisão sistemática da literatura, que a incorporação da IA no trabalho docente no Brasil exige uma reflexão crítica fundamentada na Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg (2013), contrariando as abordagens positivistas e deterministas, as quais se apegam a princípios como eficiência e eficácia. Feenberg (2013) propõe uma submersão que abarca a necessidade de se pensar a priori os aspectos sociais, econômicos e ambientais que selecionam alguns produtos em desfavor de outros.

Nessa premissa, Araújo, Fernandes e Vilas Boas (2024) destacam que, para além da inovação pedagógica, é essencial considerar as implicações éticas e preservar a autonomia docente diante da crescente automação educativa. Corroborando com esse pensamento, Mattalo (2024) também defende uma abordagem otimista quanto ao uso da IA no ensino. Para o autor, as tecnologias generativas de IA, longe de representarem apenas ameaças à integridade acadêmica, podem aprimorar a eficiência e a eficácia pedagógica, desde que utilizadas estrategicamente para desenvolver conteúdos, personalizar atividades e otimizar o tempo docente.

A esse respeito, Balta (2025) propôs o *framework Artificial Intelligence Pedagogical Content Knowledge* (AIPACK), uma adaptação do modelo TPACK, que combina conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e de IA. O AIPACK enfatiza que a integração da IA no ensino deve ser feita de forma crítica e flexível, adaptando-se aos avanços tecnológicos, respeitando os objetivos pedagógicos e promovendo experiências de aprendizagem personalizadas e significativas.

Assim, a literatura recente converge para a ideia de que a IA na educação deve ser implementada a partir de uma perspectiva ética, crítica e orientada para a melhoria das práticas de ensino. As abordagens contemporâneas recomendam que os educadores desenvolvam competências para avaliar, adaptar e aplicar ferramentas de IA em consonância com os princípios pedagógicos e os objetivos educacionais. Essas ideias pautaram nossas discussões nas rodas de conversas realizadas.

2. NARRATIVAS FORMATIVAS: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO TRABALHO DOCENTE

Na tessitura deste artigo, os recursos das tecnologias da informação foram nossos aliados, pois possibilitaram que, mesmo distantes fisicamente em mais de dois mil quilômetros, pudéssemos realizar dois momentos de roda de conversa com a proposta de construirmos dados de pesquisa sobre IA na educação. Os dois encontros gravados e transcritos aconteceram utilizando a ferramenta *Google Meet*, em que quatro autores do grupo compartilharam experiências, inquietações e conhecimentos sobre IA na educação, escutando e construindo narrativas num *continuum* de significações e ressignificações das experiências, gerando conhecimentos e autoformação.

A opção pela roda de conversa como instrumento metodológico deste trabalho se deu pela possibilidade de, por meio da ressonância coletiva, a criação de espaços de diálogos onde pudéssemos nos expressar, escutar os outros e a nós mesmos, problematizando o uso da IA em nosso cotidiano enquanto educadores e suas implicações na qualidade da educação que oferecemos aos nossos alunos, considerando que entendemos a educação enquanto espaço de vivências críticas com perspectivas na emancipação dos sujeitos participantes.

As narrativas produzidas na roda de conversa foram interpretadas por todos os participantes, à luz dos estudos teóricos, dando-lhes significados e sentidos, na intenção de organizá-las enquanto constructo teórico e metodológico.

Revisitando as narrativas que produzimos, observamos contextos que as aproximam dos princípios teóricos pautados em Paulo Freire

(1987) e António Nóvoa (2022), imbricados na perspectiva de emancipação e inclusão, da formação docente e na metamorfose da educação.

Desse modo, construímos as narrativas em relações coletivas de escutas e ressignificações, convergindo nos sentidos que produzimos quanto ao uso da IA, apresentando nossas aproximações, tensões e desafios que as permeiam, constituindo-se assim como narrativas formativas, definidas em Clandinin e Connelly (2015) como uma forma de pensar sobre a experiência.

2.1 Aproximações, tensões e desafios

Nas primeiras narrativas da roda de conversa, os participantes contam como se deram seus primeiros contatos com a IA. A aproximação com IA na educação traz uma narrativa de sentimentos ambíguos, marcados por surpresa, medo, curiosidade e culpa. Essas reações refletem um processo de transição e adaptação a uma tecnologia significativamente disruptiva no contexto educacional e muitas dúvidas e questionamentos quanto às vantagens e desvantagens para a formação dos nossos alunos.

A descoberta e mediação social para o uso da IA acontece através dos próprios alunos ou pelos colegas de trabalho e não por meio de formação formal ou iniciativa institucional. "Eu conheci através dos alunos, eles que me falaram que existia, eu não sabia, foram eles que me disseram que existia o ChatGPT. Assim como eu conheci o Canva e o Gemini" (Cinara). A narrativa da professora mostra uma inversão do fluxo tradicional de conhecimento, em que os estudantes se tornam mediadores do uso de novas tecnologias, como também, a pedagogia do diálogo, do ensinar e aprender pautados em Paulo Freire (1987).

O protagonismo dos alunos nesse processo também evidencia o dinamismo com que as novas gerações acessam e exploram inovações tecnológicas, enquanto muitos docentes, inicialmente, ficam à margem. Uma inversão ligada à fluidez do conhecimento e das relações sociais da modernidade líquida (Bauman, 2008), que pode causar desconfortos e tensões da desconstrução da figura do professor como detentor de saberes (Nóvoa, 2022), pois, na atualidade, os alunos em cursos de formação profissional, técnico ou superior, têm acesso às tecnologias como o celular que possibilitam o uso da IA.

"Na parte do ensino superior, os alunos podem ser pobres ou ricos, seja quem for, ele usa o ChatGPT. Eles usam no celular deles. Todos têm celular. E eu perguntei outro dia: quem nunca utilizou inteligência artificial? Ninguém levantou a mão. Todo mundo já utilizou" (Cinara). Essa fala ilustra um cenário em que os alunos já dominam o uso básico da IA, invertendo parcialmente a hierarquia tradicional do saber: os estudantes ensinam os professores, especialmente sobre práticas digitais emergentes. A IA aparece como um instrumento cotidiano, porém, ainda precisamos avaliar numa perspectiva de inclusão o acesso ao uso para os diferentes grupos e classes sociais, e a leitura crítica e ética do uso.

Quanto ao comprometimento dos professores com a formação dos alunos, narram experiências marcadas por reações emocionais que mostram um choque inicial diante das possibilidades da IA e da culpabilização subjetiva: "Eu converso também com outros professores e percebo que eles ainda têm vergonha e ficam sem graça de dizer que usam IA. Eu, aos poucos, estou me desprendendo, porque eu também me sentia mal, me sentia culpada por pegar pronto" (Grasiela).

Essa resistência, como parte da transição para a adoção de tecnologias como a IA, mostra que precisamos pautar nos nossos momentos de estudos, avaliando as possibilidades e limitações, benefícios, demandas e perigos, com um movimento de ressignificação da compreensão da IA como ferramenta de apoio pedagógico e material de estudo para os alunos e professores, com uma abertura que pode levar à integração mais crítica e construtiva da tecnologia na prática docente. A culpa por 'pegar pronto' apontada pela professora revela o receio da perda do status do fazer docente, e a necessidade de ressignificar o papel do professor, como defende Nóvoa: o professor como intelectual da educação, que pode inclusive utilizar a IA de forma favorável em relação à gestão do tempo e para tarefas burocráticas.

2.2 Educação emancipatória e inclusiva

A experiência dialógica da roda de conversa virtual nos proporcionou elaborar ou até mesmo reelaborar significados e sentidos, individuais e coletivos, em relação ao papel da educação na sociedade da 'modernidade líquida'; considerando o protagonismo dos estudantes e o impacto da educação profissional que estão vivenciando.

No contexto da formação profissional que envolve a formação humana e para o trabalho com conhecimentos relacionados à área de formação e às demandas do mundo do trabalho que se modifica constantemente, a IA é uma demanda na formação profissional. Pode ser ela uma ameaça ou oportunidade, a depender do acesso, da formação e uso que dela serão feitos. Assim, observamos nas narrativas os princípios freirianos de uma educação crítica, libertadora, dialógica e emancipadora, centrada na pergunta fundamental: Educação para quem e para quê?

"Eu fico pensando, independente de nós utilizarmos ou não a inteligência artificial, precisamos considerar o perfil de sociedade que temos e que sociedade queremos. Nós precisamos compreender e planejar o uso da IA a partir de que formação queremos para nossos alunos" (Maria). Nesse contexto, refletimos sobre a abordagem da IA na educação que possibilite a inclusão do acesso aos conhecimentos para utilização deste recurso com autonomia e criticidade, objetivando a emancipação dos alunos.

Na atualidade, são muitas as 'informações' disponíveis na internet em sites de buscas e redes sociais, porém, nem tudo é informação, um contexto diferente para a 'leitura de mundo' dos ensinamentos freirianos que organizam nosso trabalho pedagógico, assim, a IA é parte constitutiva da nova realidade social e do mundo do trabalho, que os alunos precisam aprender a 'ler' criticamente. "Independentemente de o professor utilizar ou não, o aluno vai utilizar. E os alunos precisam aprender a lidar com essa atualização para sua atuação no mundo do trabalho" (Maria). Traz a importância de o professor mediar esse processo com uma leitura crítica, com uma orientação para esta 'leitura de mundo'.

Nesse contexto, a leitura de mundo a partir da palavra 'tijolo' em Freire agora pode ser abordada a partir da leitura crítica da IA e saber o que e como utilizar na compreensão que as informações selecionadas e as abordagens dos textos elaborados pela inteligência artificial respondem às ideologias do perfil de sociedade, que se estrutura no que Bauman (2008) denomina de 'modernidade líquida', mercantilista, excludente e individualista.

As narrativas demonstram que os professores não assumem um papel passivo diante das mudanças. Pelo contrário, há um forte compromisso com a reflexão pedagógica e com a responsabilidade ética da formação. Mostram os desafios estruturais e sociais que limitam a real eficácia da IA na educação, como também, as formas de inclusão social,

na democratização do acesso ao conhecimento socialmente presente no mundo do trabalho e dos estudos.

O uso da IA no contexto das transformações aceleradas típicas da modernidade líquida surge nas narrativas como sintoma e catalisador da instabilidade, da obsolescência rápida e da transformação constante do mundo do trabalho e das relações humanas.

"São históricas as transformações que estamos vendo, uma preocupação que eu não acho que seja nova. Só que está se desenvolvendo mais rápido agora, mas acho que é a mesma preocupação que a gente tinha quando saiu da Barsa e foi para o Google, e hoje do Google para o Chat GPT e outros" (Milton). Sua narrativa não rejeita a fluidez da sociedade contemporânea, mas procura nela pontos de ancoragem pedagógica. Em vez de tentar fixar a realidade, propõem formar sujeitos que saibam navegar por ela com discernimento, ética e propósito. Revelam um olhar reflexivo e multifacetado sobre a utilização da IA na formação profissional dos alunos, inserida no contexto dinâmico e incerto da modernidade líquida conceituada por Bauman (2008).

Nesse sentido, Milton ainda observa: "Esse aluno vai para o mercado e o mercado tem uma média que não é o tempo de produção socialmente aceito. Então, o tempo para se fazer uma planilha hoje não é mais o tempo de fazer com régua e esquadro, nem do Excel, agora já é com o tempo da IA". O tempo nos diferentes momentos históricos se apresenta com significações diferentes. Não que a educação se limite a preparar para o mercado, porém, precisamos estar cientes de suas demandas. Uma formação profissional para a complexidade do viver e do trabalhar em tempos líquidos, com a inteligência artificial como uma ferramenta, não neutra e transformável pedagogicamente para os objetivos da educação emancipadora e inclusiva. "Se a gente não trabalhar isso na sala de aula, estaremos deixando o aluno para trás nessa fila" (Milton).

Nessa linha reflexiva de formação emancipadora, nossas narrativas nos remetem aos princípios freirianos no uso da IA: leitura do mundo, ensinar os alunos a 'ler' criticamente este recurso como parte constitutiva da realidade e que tem uma ideologia presente; a autonomia e liberdade mediadas pela ética, reflexão e pelo engajamento político e não como substituição de pensamento; e educação problematizadora, abordando com os alunos o uso das IA com uma leitura crítica.

2.3 Formação e trabalho docente

Pensar a educação é pensá-la a partir da formação docente e das estruturas de trabalho. As narrativas revelam uma preocupação recorrente sobre a necessidade de formação continuada dos professores e a organização adequada do trabalho docente ante os desafios da educação na contemporaneidade e a inteligência artificial.

"Pensando a Inteligência Artificial na educação, precisamos pautar a formação de professores e também o tempo de hora atividade para os momentos de interação, diálogos, trocas de experiências, aprender uns com os outros" (Maria). Quando Nóvoa (2022) fala da necessidade de uma metamorfose da escola, coloca como centro o trabalho docente, valorizando as dimensões profissionais e a formação que se completa no coletivo com os outros professores no ambiente de trabalho. Nóvoa (2022, p. 68) afirma que:

> No meio de muitas dúvidas e hesitações, há uma certeza que nos orienta: a metamorfose da escola acontece sempre que os professores se juntam em coletivo para pensarem o trabalho, para construírem práticas pedagógicas diferentes, para responderem aos desafios colocados pelo fim do modelo escolar. A formação continuada não deve dispensar nenhum contributo que venha de fora, sobretudo o apoio dos universitários e dos grupos de pesquisa, mas é no lugar da escola que ela se define, se enriquece e, assim, pode cumprir o seu papel no desenvolvimento profissional dos professores.

Sendo assim, não é possível pensar a IA na educação sem pautar a necessidade de momentos de formação que envolvem momentos de diálogos, trocas e ressignificações de experiências, escutas, reflexões quanto às formas de abordagens, possibilidades e perigos do uso da IA generativa com os alunos, como também, a formação técnica para a utilização. Uma formação construída com os professores, coletiva, reflexiva e crítica, permitindo que os professores resistam à simples adaptação tecnológica e proponham novas formas de ensinar e aprender com a IA generativa.

As narrativas também revelam que a formação para o uso adequado da IA na educação precisa estar integrada à organização do trabalho docente que envolve planejamento institucional, espaços e momen-

tos estruturados para estudo e formação com apoio técnico e pedagógico, reconhecimento do tempo de estudo como parte da carga horária, e não como tempo 'extra' ou 'improvisado', com valorização de carga horária além das atividades diretas com os alunos e valorização profissional. Outro aspecto a observar é que a utilização da IA na educação não pode ser uma exigência imposta por instâncias superiores; a estas cabe possibilitar sua implementação de forma segura e responsável.

Nessa perspectiva, as pautas de reivindicações por melhorias para a educação que perpassam o trabalho docente são apresentadas também como mudança no contexto da modernidade líquida e da IA. "E as mudanças de nossas pautas inclui a nossa formação. Cada vez mais nós precisamos de tempo necessário para a formação" (Maria). Reconhece que o trabalho do professor também está incluído nessa transformação, impulsionado pelas novas tecnologias e IAs, pelas mudanças sociais e pelas exigências do mundo do trabalho. Nesse cenário, a IA não pode ser tratada como uma simples ferramenta, mas como um elemento que redefine o fazer pedagógico.

As narrativas nos mostram que a inteligência artificial só será bem utilizada na educação se houver investimento real na formação dos professores. Isso exige: tempo institucionalizado para estudo e reflexão (hora-atividade valorizada); formação continuada crítica e contextualizada, e não apenas técnica; organização do trabalho docente que respeite a complexidade do ofício; espaços de diálogo e troca entre os pares, que fortaleçam a construção coletiva do conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interpretações das narrativas produzidas nas rodas de conversa revelam uma tensão produtiva entre a urgência de preparar os estudantes para um cenário instável e altamente tecnológico, conforme nos alerta Bauman, e o desejo de formar sujeitos autônomos, reflexivos e comprometidos com a transformação social, como propõe Freire (1979).

A percepção da convergência entre as vivências na 'modernidade líquida' e a necessidade de que a educação possibilite a leitura crítica do mundo, numa mediação capaz de favorecer a emancipação dos sujeitos,

passa pelo uso crítico e consciente da inteligência artificial, que configura o desafio do trabalho docente na atualidade.

Se por um lado o uso da IA representa as exigências e desafios impostos por uma 'sociedade líquida', veloz e em constante transformação, por outro a formação profissional deve ser voltada à adaptação e à atuação crítica no mundo do trabalho.

A formação de professores, tanto inicial quanto continuada, precisa, cada vez mais, estar pautada na construção da profissionalidade docente, com ênfase na autonomia docente, entendida com Nóvoa (2022), não apenas a título individual, mas no contexto de um exercício coletivo da docência. Além disso, é essencial promover reflexões éticas sobre autoria, mediação e aprendizagem, reconhecendo a inteligência artificial como um elemento que cada vez mais está presente no mundo do trabalho.

À luz dessas reflexões, o uso da IA na educação profissional reforça o papel do professor, ao ajudar o estudante a transformar a informação em conhecimento, reconhecendo que a aprendizagem não se resume à quantidade de informações assimiladas, mas compreender bem aquilo que se sabe, desenvolvendo nos alunos a capacidade de estudar, pesquisar, investigar, selecionar e comunicar. Nessa dinâmica reside o princípio da educação, que se dá sempre num contexto de relações humanas.

O cenário que se revela, tendo os autores como participantes ativos desse processo investigativo por meio da elaboração e interpretação das narrativas produzidas, fornece dados para a pesquisa, e produz saberes e reflexões que constituem elementos da formação docente, vivenciada, como enfatiza Nóvoa (2022), num processo contínuo, culminando numa prática docente mais crítica, consciente e comprometida com os desafios contemporâneos da educação.

Por fim, a 'metamorfose da escola' proposta por Nóvoa (2022), com diversidades de espaços, práticas de cooperação e de trabalho comum, permeada pela correlação entre estudo, pesquisa e conhecimento, pode ser alcançada com o uso das tecnologias digitais, entre elas, a IA como uma ferramenta facilitadora da transformação. Reconhecemos o potencial do uso da IA no contexto da educação profissional, mas é preciso denunciar que a estrutura da educação precisa mudar, para que o professor tenha tempo adequado, estrutura material e tecnológica, bem como

políticas institucionais que sustentem a apropriação crítica e pedagógica das tecnologias digitais atuais, sobretudo da IA.

O desafio que se apresenta é oportunizar o conhecimento como mecanismo de leitura crítica do mundo, em espaços reflexivos e dialógicos que favoreçam a construção de sentidos. É fundamental formar estudantes para o uso ético e autônomo da tecnologia, enfrentando as mudanças constantes sem abrir mão da dimensão humana da educação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Cláudia Helena dos Santos; FERNANDES, Jhonatans da Silva; VILAS BOAS, César Augusto Viegas. Inteligência Artificial e sua relação com o trabalho docente no Brasil. **Revista Acadêmica Online**, v. 10, n. 53, p. 1-17, 2024. DOI: 10.36238/2359-5787.2024.V10N53.283.

BALTA, Nuri. Artificial Intelligence Pedagogical Content Knowledge. **The European Educational Researcher**, v. 8, n. 1, p. 1-3, 2025. DOI: https://doi.org/10.31757/euer.811.

BAUMANN, Zygmunt. **A Sociedade Individualizada:** vidas contadas e histórias vividas. Tradução José Gradei. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2008.

CLANDININ, D. Jean; CONNELLY, F. Michael. **Pesquisa narrativa:** experiência e história em pesquisa qualitativa. 2. ed. rev. Trad. Grupo GPNEP - Grupo de Pesquisa Narrativa e Educação de Professores ILEEL UFU. Uberlândia: EDUFU, 2015.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. Trad. Anísio Teixeira. 2. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1976.

FEENBERG, Andrew. Teoria Crítica da Tecnologia: um panorama. In: NEDER, Ricardo T. (org.). **A teoria crítica de Andrew Feenberg:** racionalização democrática, poder e tecnologia. 2. ed. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina / CDS / UnB / Capes, 2013.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GONCHOROVSKI, Gilson José; CASSOL Claudionei Vicente. Inteligência artificial e educação na modernidade líquida: entre encantos e riscos. **Revistas ARACÊ**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 1, p. 3551-3571, 2025. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2997. Acesso em: 26 abr. 2025. DOI: https://doi.org/10.56238/arev7n1-212.

MATTALO, Brandon. Artificial Intelligence: The Future of Pedagogy. **Journal of Legal Studies Education**, v. 41, p. 49-71, 2024. DOI: 10.1111/jlse.12146.

NÓVOA, António. **Escolas e Professores:** proteger, transformar, valorizar. Colaboração Yara Alvim. Salvador: SEC/IAT, 2022.

RUFAI, Ashiru Ahmad; KHAN, Md Shahadat Hossain; HASAN, Mahbub. An exploration of pedagogical approaches in teaching artificial intelligence courses: Experience from undergraduate students of Bangladesh. **Social Sciences & amp; Humanities Open**, v. 10, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101075.

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION. **Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations**. Washington, DC: Office of Educational Technology, 2023. Disponível em: https://tech.ed.gov. Acesso em: 26 abr. 2025.

Revista Educação C&T

Educação, currículo e formação profissional em IA

O ENSINO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA E PROPOSTA PARA ESCOLAS TÉCNICAS

Deivid de Almeida Padilha da Silva
Escola Técnica Estadual de Cuiabá (Seciteci/MT) - Faculdade Invest
deividsilva@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/5182249729515466

Resumo: O presente artigo relata a experiência de um minicurso de Inteligência Artificial realizado no Instituto Invest, envolvendo alunos dos cursos de Administração, Direito e Informática, em um encontro de cinco horas. A proposta teve como foco o desenvolvimento de competências técnicas, críticas e éticas relacionadas ao uso da IA no contexto profissional. A partir dessa experiência, propõe-se a adaptação de um minicurso similar para a ETEC de Cuiabá, instituição vocacionada para áreas de Tecnologias da Informação e cursos técnicos diversificados. Fundamentado em metodologias ativas, na interdisciplinaridade e na problematização freiriana, o minicurso busca preparar os estudantes para os desafios da sociedade digital contemporânea. Conclui-se que práticas pedagógicas centradas na IA são eficazes para promover o letramento digital crítico e a inserção consciente dos estudantes em ambientes profissionais mediados por tecnologias emergentes.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação profissional. Metodologias ativas. Ensino técnico. Letramento digital.

Abstract: *This article reports the experience of an Artificial Intelligence (AI) short course held at Instituto Invest, involving students from the Administration, Law, and Computer Science programs, during a five-hour meeting. The course aimed to develop technical, critical, and ethical competencies related to the use of AI in professional contexts. Based on this experience, a similar short course is proposed for ETEC of Cuiabá, an institution focused on Information Technology and diversified technical programs. Grounded in active methodologies, interdisciplinarity, and Freirean problematization, the course seeks to prepare students for the challenges of the contemporary digital society. It is concluded that pedagogical practices centered on AI are effective in promoting critical digital literacy and the conscious integration of students into technology-mediated professional environments.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Vocational Education. Active Methodologies. Technical Education. Digital Literacy.*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-6

INTRODUÇÃO

O avanço da Inteligência Artificial (IA) tem impactado profundamente o mundo do trabalho e a vida cotidiana, exigindo que a educação profissional repense suas práticas pedagógicas para formar sujeitos críticos e inovadores. Como ressalta Kenski (2012, p. 89), "a educação precisa atentar para os novos paradigmas tecnológicos, para formar sujeitos autônomos e transformadores".

Diante dessa realidade, desenvolvemos um minicurso de IA no Instituto Invest, com o objetivo de introduzir conceitos e práticas aplicáveis às áreas de Administração, Direito e Informática. Essa experiência servirá de base para a proposição de uma versão adaptada do minicurso para a ETEC de Cuiabá, que, além de cursos técnicos em Tecnologias da Informação, também oferta formação em Administração, Recursos Humanos, Segurança do Trabalho e Enfermagem.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Relato de experiência: minicurso no Instituto Invest

O minicurso de Inteligência Artificial foi realizado no Instituto Invest, em um encontro presencial com duração de cinco horas, direcionado a estudantes dos cursos superiores de Administração, Direito e Informática. A proposta pedagógica teve como objetivo principal introduzir conceitos fundamentais de IA de forma acessível, promover práticas aplicadas relacionadas às áreas de formação dos alunos e fomentar uma reflexão crítica sobre os impactos sociais e éticos da tecnologia.

A primeira etapa do minicurso consistiu em uma abertura teórica dialogada, na qual foram apresentados os conceitos básicos de Inteligência Artificial, incluindo as definições de Machine Learning, Aprendizado Supervisionado, Aprendizado Não Supervisionado e Aprendizado por Reforço. Também foi explorado o conceito de Processamento de Linguagem Natural (PLN), com demonstrações práticas de ferramentas amplamente utilizadas, como o ChatGPT e o GitHub Copilot. Essa etapa teórica foi conduzida de forma interativa, utilizando imagens ilustrativas,

exemplos práticos e perguntas-problema que incentivaram os alunos a refletirem sobre como a IA pode impactar suas respectivas áreas profissionais. Essa abordagem dialogada buscou conectar os novos conhecimentos às experiências prévias dos alunos, conforme preconiza a aprendizagem significativa de Ausubel (2003).

A segunda etapa foi dedicada às práticas aplicadas específicas por área de formação. Para os alunos de Administração, a atividade envolveu a utilização de scripts em Python para a geração de gráficos de balanço patrimonial, utilizando a biblioteca Matplotlib. A prática permitiu aos estudantes visualizar a transformação de dados financeiros em representações gráficas, compreendendo a utilidade da IA na análise de informações estratégicas para a gestão empresarial. Essa atividade reforçou competências como análise crítica de dados e tomada de decisão baseada em evidências.

No curso de Direito, os estudantes participaram de uma prática de automação de documentos jurídicos, utilizando a biblioteca Python-docx para a geração automática de contratos de prestação de serviços. A experiência prática foi complementada por uma discussão ética, na qual foram abordados os riscos e limites da utilização de sistemas de IA no campo jurídico, especialmente no que se refere à autonomia de decisões algorítmicas em processos judiciais. Essa reflexão crítica foi ancorada na perspectiva de Fróes (2021), que defende a importância da mediação humana nas decisões jurídicas assistidas por inteligência artificial.

Para os estudantes do curso de Informática, as práticas propostas foram estruturadas com o objetivo de proporcionar uma vivência concreta e aplicada dos fundamentos da Inteligência Artificial e da automação computacional. A primeira atividade consistiu na implementação do algoritmo de agrupamento K-means, utilizando JavaScript e HTML como linguagens de suporte. A escolha dessas tecnologias visou não apenas facilitar a visualização dos resultados diretamente no navegador, sem a necessidade de bibliotecas externas, mas também fortalecer a conexão entre algoritmos de IA e o desenvolvimento web, área com a qual muitos desses estudantes já possuem familiaridade.

Durante a execução da atividade, os alunos simularam conjuntos de dados bidimensionais e programaram a lógica de formação de grupos (clusters) com base na distância euclidiana entre pontos e centroi-

des, que eram recalculados iterativamente até atingir a convergência. A aplicação gráfica utilizava elementos HTML Canvas para representar os pontos e os centroides, permitindo observar, em tempo real, como os dados eram reagrupados a cada iteração do algoritmo. Essa visualização dinâmica facilitou a compreensão dos conceitos de otimização, convergência e variabilidade intra e intergrupos, contribuindo para um aprendizado mais intuitivo do funcionamento interno de modelos não supervisionados.

Essa experiência foi essencial para que os alunos reduzissem a abstração sobre como funcionam os algoritmos de aprendizado de máquina, demonstrando-lhes que se trata de estruturas lógicas, orientadas pelo pensamento lógico da Matemática. A visualização dos agrupamentos lhes permitiu discutir aplicações reais do algoritmo K-means, como a segmentação de clientes, em sistemas de marketing digital, a organização de grandes massas volumosas de dados não classificados e a análise de comportamentos em plataformas web.

Além disso, foram apresentados exemplos práticos de uso do K-means na detecção de outliers e padrões de comportamento suspeitos. Em um dos casos fictícios discutidos, foi simulado um sistema bancário que agrega clientes segundo seus hábitos e comportamentos em relação a movimentações financeiras. A visualização dos clusters revelou um cliente cujas movimentações se distanciavam substancialmente do comportamento previsto e esperado do seu grupo, com transferências internacionais repetidas e fora do horário de movimentação padrão, o que levantou suspeita de possível ocorrência de lavagem de dinheiro.

Em outro exemplo, voltado para a segurança pública, os alunos observaram como K-means pode ser aplicado em sistemas de monitoramento urbano. Um conjunto de dados simulava deslocamentos de veículos na região central da cidade e o algoritmo identificava algumas rotas regulares de tráfego. Um único veículo estava apresentando trajetos anômalos, circulando em áreas isoladas fora da normalidade esperada, em termos de horários de movimentação normal. Esses exemplos ajudaram os estudantes a verificar possibilidades quanto à aplicação dos algoritmos de clustering não supervisionados em situações críticas e estratégicas, mostrando a função da IA como apoio em situações de decisão e prevenção de riscos.

Em um segundo momento, foi apresentado aos alunos o conceito de automação de tarefas rotineiras com o uso da biblioteca PyAutoGUI em Python. Essa biblioteca permite controlar o cursor do mouse e o teclado por meio de scripts, simulando a interação humana com interfaces gráficas. A atividade proposta consistiu na automatização da abertura do editor de texto (Notepad), seguida da escrita automática de um parágrafo explicativo sobre inteligência artificial. Para garantir a execução precisa do script, os alunos implementaram comandos como os.system ("start notepad"), time.sleep() para aguardar a abertura do programa e pyautogui.write para simular a digitação. Essa experiência possibilitou discutir temas como sincronização de processos, controle de fluxo de execução e identificação de janelas ativas, essenciais para a criação de rotinas robustas de automação.

Além da escrita automatizada, outros scripts foram desenvolvidos, como a execução automática do prompt de comando com o comando ipconfig, exemplificando como a automação pode ser utilizada para auditorias básicas de rede. Essas práticas estimularam discussões sobre engenharia de automação de tarefas, testes de usabilidade, cibersegurança e produtividade operacional, evidenciando o amplo espectro de aplicações possíveis.

Essas atividades práticas foram orientadas por uma abordagem baseada no "learning by doing", na qual os estudantes aprendem a partir da experimentação direta, conforme defendido por Dewey (1971) e Papert (1980). A integração entre o desenvolvimento técnico, a lógica algorítmica e a resolução de problemas concretos fortaleceu o pensamento computacional, entendendo-o não apenas como uma competência técnica, mas como uma ferramenta cognitiva de leitura e intervenção no mundo digital.

Ao final das atividades, os alunos foram incentivados a personalizar os scripts, criando variantes que atendessem a diferentes necessidades, como automação de preenchimento de cadastros online, execução de comandos administrativos no sistema e organização automatizada de arquivos em diretórios locais. Essa personalização promoveu autonomia, criatividade e senso de autoria tecnológica, competências centrais para a formação de profissionais inovadores e críticos ante as transformações digitais.

A terceira e última etapa do minicurso consistiu na avaliação formativa, realizada em duas frentes complementares. Primeiro, foi aplicado um quiz composto por quinze questões objetivas, focadas nos principais conceitos discutidos ao longo do encontro. A correção do quiz foi feita em grupos, de forma dialogada, promovendo a revisão crítica e colaborativa dos conteúdos. Em seguida, os alunos desenvolveram pequenos projetos práticos, aplicando os conhecimentos adquiridos. Entre os projetos apresentados destacaram-se páginas HTML dinâmicas, scripts de automação e contratos jurídicos automatizados, demonstrando a capacidade dos estudantes de transferir os conhecimentos teóricos para aplicações práticas concretas.

O minicurso, assim estruturado, conseguiu integrar teoria e prática de forma dinâmica, interdisciplinar e crítica, promovendo o letramento digital e a reflexão ética sobre as tecnologias emergentes. Além disso, evidenciou a importância de inserir a Inteligência Artificial nos currículos da educação profissional e tecnológica, não como um conteúdo isolado, mas como uma competência transversal fundamental para a atuação dos futuros profissionais.

1.2 Proposta de adaptação para a ETEC de Cuiabá

Considerando a vocação da ETEC de Cuiabá para os cursos de Tecnologias da Informação e áreas diversificadas, propomos a adaptação do minicurso, respeitando as especificidades de cada formação.

Quanto aos cursos de graduação da Faculdade Invest, as práticas pedagógicas foram pensadas de forma interdisciplinar, relacionando a Inteligência Artificial aos contextos profissionais dos cursos envolvidos. Em Administração, a atividade prática consistiu na utilização de scripts em *Python* para gerar análises financeiras automatizadas. Os alunos utilizaram a biblioteca *Matplotlib* para a criação de gráficos de balanço patrimonial, visualizando a distribuição de ativos e passivos. Tal prática promoveu o desenvolvimento de competências de análise de dados e interpretação de informações financeiras automatizadas, fundamentais para a atuação gerencial contemporânea. Como Moran (2015) aponta, formar para o mercado atual implica ensinar os estudantes a utilizar tecnologias que potencializem a tomada de decisão baseada em dados.

No curso de Direito, os estudantes trabalharam com a automação de contratos jurídicos, empregando a biblioteca *Python-docx* para a geração de documentos com preenchimento automático de campos variáveis. Além do domínio técnico da ferramenta, essa prática abriu espaço para discussões críticas sobre os limites éticos do uso da IA no Direito, como o risco de decisões judiciais automatizadas sem a devida mediação humana. De acordo com Fróes (2021), embora a IA possa ser uma aliada na automação de tarefas jurídicas, ela jamais poderá substituir o julgamento humano, pois o Direito é composto por valores, contextos e interpretações que exigem sensibilidade humana.

No curso de Informática, os estudantes aprofundaram-se em atividades técnicas específicas, como a construção e visualização do algoritmo de agrupamento K-means em JavaScript e HTML. A prática de visualizar o agrupamento dinâmico de dados permitiu aos alunos compreenderem conceitos essenciais de Machine Learning, além de desenvolver competências de programação e manipulação de dados, centrais para o profissional da área de tecnologia. Complementarmente, foram realizadas automações simples de tarefas repetitivas utilizando PyAutoGUI, demonstrando na prática como pequenas soluções automatizadas podem gerar impactos significativos em termos de produtividade. Papert (1980) já defendia que o aprendizado de programação deveria ser parte integrante da formação do pensamento lógico e da capacidade de resolver problemas no século XXI.

Ao propor a adaptação do minicurso para a ETEC de Cuiabá, as práticas pedagógicas seriam expandidas e contextualizadas para abranger os cursos de Tecnologias da Informação, como Desenvolvimento de Sistemas, Informática, Redes e Manutenção, bem como os cursos diversificados, como Administração, Recursos Humanos, Segurança do Trabalho e Enfermagem. Nas áreas de TI, os estudantes poderiam desenvolver projetos de automação de redes, criação de chatbots de suporte técnico e simulações de análise de dados preditivos, fortalecendo a competência de resolver problemas técnicos complexos com apoio da IA. Em Administração e Recursos Humanos, as práticas envolveriam a análise de dados financeiros e de processos seletivos utilizando IA, promovendo o desenvolvimento de competências de gestão baseada em evidências.

Para o curso de Segurança do Trabalho, seriam propostas atividades de criação de *dashboards* para monitoramento de riscos ocupacionais e análises preditivas de acidentes, utilizando dados simulados. Tais práticas estimulariam o desenvolvimento de competências em gestão preventiva de riscos, fundamentais para o profissional da área. Já no curso de Enfermagem, os estudantes poderiam trabalhar com simulações de triagem automática de pacientes e análise de padrões clínicos utilizando IA, fomentando o letramento digital em saúde e a reflexão ética sobre o uso de tecnologias em ambientes clínicos.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o minicurso de Inteligência Artificial foi baseada em princípios das metodologias ativas de aprendizagem, priorizando o protagonismo discente, a resolução de problemas reais e a interdisciplinaridade. Inspirados por autores como Freire (1996), que defende o conhecimento como construção coletiva a partir da realidade vivida, e Moran (2015), que enfatiza a importância da aprendizagem significativa conectada ao mundo do trabalho, organizamos o minicurso em três momentos integrados.

O primeiro momento foi dedicado à abertura teórica dialogada, na qual os conceitos fundamentais de IA foram apresentados de maneira acessível e interativa. Utilizou-se a abordagem de aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (2003), na qual a nova informação é relacionada de forma substantiva aos conhecimentos prévios dos alunos. Conceitos como Machine Learning, Aprendizado Supervisionado e Não Supervisionado, Aprendizado por Reforço e Processamento de Linguagem Natural (PLN) foram discutidos de forma dinâmica, utilizando exemplos práticos e provocando reflexões sobre os impactos da IA nas diferentes profissões. Esse diálogo inicial teve como objetivo não apenas transmitir conteúdos, mas fomentar a problematização crítica, como defende Freire (1996).

O segundo momento foi dedicado à prática aplicada, em que os estudantes, organizados por áreas de formação, desenvolveram atividades práticas mediadas por tecnologias de inteligência artificial. Essa etapa

utilizou os princípios do *learning by doing* (aprendizagem pela prática), valorizando a construção do conhecimento a partir da ação e da experimentação. Segundo Dewey (1971), a aprendizagem torna-se mais eficaz quando o estudante vivencia ativamente os processos e problemas relacionados ao seu campo de atuação.

O terceiro momento constituiu a avaliação formativa, por meio de quizes e projetos práticos, buscando não apenas medir o conhecimento, mas promover o *feedback* formativo e estimular a reflexão sobre o aprendizado. Essa avaliação dialógica seguiu a orientação de Luckesi (2011), que entende a avaliação como um processo formativo e emancipador, em oposição ao mero controle de resultados.

A metodologia para a proposta de adaptação da ETEC de Cuiabá, tanto para os cursos de Tecnologias da Informação (Desenvolvimento de Sistemas, Informática, Redes e Manutenção) quanto para os cursos diversificados (Administração, Recursos Humanos, Segurança do Trabalho e Enfermagem), será fundamentada em uma análise detalhada das necessidades locais e tendências de mercado.

Esta análise envolverá pesquisa de campo em empresas da região de Cuiabá, investigação de tendências emergentes em cada setor e o mapeamento de concorrentes para identificar oportunidades de diferenciação. O design curricular será inovador e flexível, estruturado em módulos independentes e itinerários formativos, com forte ênfase na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que simulem situações reais do mercado de trabalho. A integração de tecnologias digitais e o desenvolvimento de *soft skills* transversais a todos os cursos também serão prioridades.

As metodologias de ensino adotarão uma abordagem ativa e personalizada, inspirada nos princípios que guiaram o minicurso de Inteligência Artificial. Isso incluirá a sala de aula invertida, a aprendizagem por pares e a gamificação, com uma avaliação formativa e contínua que acompanhe o progresso dos alunos e forneça *feedback* para o aprimoramento do processo de aprendizagem. A centralidade do aluno será um princípio fundamental, permeando toda a estrutura curricular e incentivando a resolução de problemas reais e a interdisciplinaridade de forma contínua e estruturada em todas as disciplinas.

A apresentação de conceitos teóricos seguirá uma linha dialógica e acessível, conectando a teoria à realidade local e às experiências dos

alunos, enquanto a prática aplicada será progressiva e específica para cada área, utilizando laboratórios e simulações que reflitam o ambiente profissional.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do minicurso no Instituto Invest evidenciou que a abordagem prática, crítica e interdisciplinar da Inteligência Artificial é não apenas possível, mas extremamente necessária no ensino técnico e superior. Os alunos dos cursos de Administração, Direito e Informática demonstraram alto nível de engajamento ao vivenciar práticas que conectavam a teoria com a realidade profissional, confirmando as proposições de Freire (1996), segundo as quais o conhecimento significativo é aquele que parte da realidade concreta dos sujeitos e a ela retorna como ação transformadora.

O entusiasmo e a curiosidade manifestados pelos estudantes ao longo do minicurso demonstraram que a IA, quando apresentada de forma acessível e aplicada, deixa de ser um tema intimidante ou exclusivo da área de tecnologia. Ao contrário, a experiência evidenciou que a IA pode ser compreendida como uma competência transversal, perpassando diversas áreas do saber, como propõem Moran (2015) e Lévy (1999).

Essa constatação é especialmente relevante quando se projeta a adaptação do minicurso para a realidade da ETEC de Cuiabá. Com uma vocação forte para cursos de Tecnologias da Informação, mas também com uma diversidade de formações técnicas, a ETEC representa um espaço privilegiado para a implementação de práticas pedagógicas que integrem a Inteligência Artificial de maneira transversal e crítica.

A proposta de adaptação do minicurso para a ETEC contempla práticas específicas para cada área de formação, mas preserva uma estrutura metodológica comum que valoriza o protagonismo discente, a problematização crítica da tecnologia e a aplicação prática dos conceitos. Como aponta Valente (1999), ensinar com tecnologias digitais não é apenas ensinar sobre as ferramentas, mas criar contextos de aprendizagem nos quais os estudantes possam se apropriar criticamente dessas tecnologias, compreendendo seus limites e potencialidades.

Além disso, a proposta reconhece que a IA não pode ser trabalhada apenas sob a ótica da eficiência e produtividade, mas também sob uma perspectiva ética, social e humana. Em todas as áreas profissionais, a compreensão dos impactos sociais, dos riscos de discriminação algorítmica e das implicações éticas do uso da IA deve ser parte integrante da formação, conforme defendem Fróes (2021) e outros teóricos contemporâneos da ética em tecnologia.

Assim, o minicurso não apenas oferece uma formação técnica, mas também promove o desenvolvimento de competências do século XXI, como o pensamento crítico, a criatividade, a colaboração e a capacidade de resolver problemas complexos em contextos tecnologicamente mediados, habilidades apontadas como essenciais por estudos internacionais como o "Future of Jobs Report", do Fórum Econômico Mundial (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O minicurso de Inteligência Artificial, tal como realizado no Instituto Invest, provou ser uma estratégia eficaz para inserir os estudantes no universo da IA de maneira acessível, crítica e prática. A proposta de adaptação desse minicurso para a ETEC de Cuiabá amplia ainda mais essa potência, ao contemplar a diversidade de cursos técnicos oferecidos e integrar práticas específicas para diferentes áreas de atuação.

A experiência relatada e a proposta aqui delineada reafirmam que o ensino da Inteligência Artificial na educação profissional não deve ser visto como um conteúdo isolado ou restrito aos cursos de tecnologia. Pelo contrário, a IA deve ser compreendida como uma linguagem contemporânea, uma nova forma de ler e intervir no mundo, que precisa ser dominada criticamente por todos os profissionais, independentemente de sua área de formação.

Ao utilizar metodologias ativas, práticas interdisciplinares, problemas reais e tecnologias acessíveis, o minicurso cria oportunidades concretas para que os estudantes desenvolvam competências técnicas, éticas e críticas, alinhadas às demandas de uma sociedade cada vez mais digital e automatizada.

Finalmente, o trabalho reafirma o princípio freiriano de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as condições para que o conhecimento seja produzido e reconstruído coletivamente. A Inteligência Artificial, quando integrada de forma crítica e pedagógica ao currículo técnico, constitui uma dessas condições fundamentais para a formação de sujeitos autônomos, transformadores e capazes de atuar de forma consciente e responsável nos novos cenários profissionais e sociais do século XXI.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**. São Paulo: Nacional, 1971.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRÓES, Ricardo. **Inteligência Artificial e Direito**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2021.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**. Campinas: Papirus, 2012.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

MORAN, José Manuel. **A Educação que Desejamos**. Campinas: Papirus, 2015.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças**. Porto Alegre: Artmed, 1980.

VALENTE, José Armando. **Tecnologias na Educação:** o desafio da formação de professores. Campinas: Unicamp/NIED, 1999.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2020**. Genebra: WEF, 2020.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Cecília Batista Duarte Campos
Escola Estadual Ulisses Cuiabano (Seduc/MT)
professoraceciliaduarte@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/9426304503160504

Resumo: A incorporação da Inteligência Artificial (IA) na educação vem transformando o processo de ensino e aprendizagem, sobretudo no ensino de Matemática. Essa área do conhecimento, assim como as outras, vem se beneficiando das inovações tecnológicas proporcionadas por sistemas inteligentes capazes de personalizar o ensino, analisar desempenhos e sugerir estratégias pedagógicas. O objetivo da pesquisa foi analisar o uso da inteligência artificial no processo de ensino e aprendizagem matemática. Foi realizada abordagem qualitativa do tipo revisão de literatura, com buscas de fontes em sites oficiais, a saber, *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Google Acadêmico e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), envolvendo o período de 2020 a 2025. Os resultados apontam que a IA contribui para a personalização do ensino, identificação de dificuldades dos alunos e fornecimento de *feedbacks* imediatos, favorecendo a autonomia e o desempenho escolar. Contudo, é preciso haver melhorias para seu uso, como a formação de professores e o acesso equitativo às tecnologias. Conclui-se que a IA é uma ferramenta promissora, desde que utilizada com critérios pedagógicos e responsabilidade.
Palavras-chave: Educação. Inteligência Artificial. Tecnologia.

Abstract: *The incorporation of Artificial Intelligence (AI) into education has been transforming the teaching and learning process, especially in the teaching of Mathematics. This area of knowledge, like others, has been benefiting from technological innovations provided by intelligent systems capable of personalizing teaching, analyzing performances, and suggesting pedagogical strategies. The objective of the research was to analyze the use of Artificial Intelligence in the process of teaching and learning mathematics. A qualitative approach of the literature review type was carried out, with searches for sources on official websites, namely Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Scholar, and the Journal Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), covering the period from 2020 to 2025. The results indicate that AI contributes to the personalization of teaching, identification of student difficulties, and provision of immediate feedback, favoring autonomy and academic performance. However, improvements are needed for its use, such as teacher training and equitable access to technologies. It is concluded that AI is a promising tool, as long as it is used with pedagogical criteria and responsibility.*
Keywords: *Education. Artificial Intelligence. Technology.*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-7

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica impacta as práticas educacionais, e exige da escola a reconfiguração de seus métodos e recursos pedagógicos. A Inteligência Artificial (IA) é uma ferramenta inovadora, capaz de transformar o processo de ensino e aprendizagem, oferecendo soluções dinâmicas, interativas e personalizadas. A presença de sistemas inteligentes em diversas áreas do conhecimento demonstra o contexto promissor para o contexto educacional, principalmente na Matemática.

O ensino de Matemática costuma apresentar altos índices de dificuldade e evasão entre estudantes. A dificuldade de compreender conceitos matemáticos, associada à falta de estratégias pedagógicas, é um desafio para alunos e professores. Nesse contexto, a utilização da IA é uma alternativa para enriquecer a prática pedagógica, possibilitando a aprendizagem inclusiva, adaptativa e motivadora. Ferramentas baseadas em IA, como tutores inteligentes e plataformas adaptativas, têm capacidade de diagnosticar dificuldades específicas dos estudantes e propor intervenções.

O problema que norteou a pesquisa foi: De que maneira a inteligência artificial pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática? A partir dessa questão, foi refletido sobre os impactos pedagógicos da IA no contexto matemático, considerando as possibilidades e os limites da aplicação dessas tecnologias em sala de aula. Trata-se de uma discussão urgente diante das transformações digitais que marcam o cotidiano escolar e demandam postura crítica e inovadora por parte dos educadores.

O objetivo deste artigo foi analisar o uso da inteligência artificial no processo de ensino e aprendizagem matemática. A pesquisa adotou abordagem qualitativa, do tipo revisão de literatura, com levantamento de artigos publicados entre 2020 e 2025 em bases como Scielo, Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da Capes. A escolha por essa metodologia visou compreender, a partir de estudos já realizados, como a IA tem sido inserida nas práticas educacionais e quais impactos tem gerado no desempenho e no engajamento dos estudantes.

A relevância desta pesquisa se justifica no campo teórico e na prática educacional. Teoricamente, contribui para a ampliação do debate sobre o uso de tecnologias emergentes na educação, principalmente em uma

disciplina estratégica como a Matemática. Na prática, oferece subsídios para que professores possam refletir sobre a adoção de ferramentas de IA, visando ao aprimoramento das metodologias de ensino e o fortalecimento da aprendizagem. Dessa forma, espera-se que a pesquisa colabore com o avanço de práticas pedagógicas envolvendo a área da matemática.

1. DESENVOLVIMENTO

A Inteligência Artificial (IA) é uma das inovações tecnológicas aplicadas ao campo educacional, oferece recursos que transformam as práticas pedagógicas tradicionais (Vasconcelos *et al.*, 2024). No ensino de Matemática, a IA é uma aliada no enfrentamento de dificuldades históricas vivenciadas por estudantes, como a abstração de conceitos e a baixa motivação. A personalização do ensino é uma nova forma de atender às especificidades de aprendizagem de cada aluno (Oliveira; Silva, 2023).

O ensino de Matemática é desafiado por altos índices de reprovação e evasão escolar, já que muitos alunos demonstram resistência à disciplina por não conseguirem compreender os conteúdos. A IA contribui para tornar o processo dinâmico e interativo, permite a identificação de lacunas no aprendizado e a proposição de caminhos personalizados para o avanço de cada estudante (Oliveira; Silva, 2023).

Costa Junior *et al.* (2023) pontuam que as plataformas educacionais que utilizam inteligência artificial são capazes de analisar o desempenho do aluno em tempo real e ajustar as atividades com base em suas necessidades. Favorece a aprendizagem contínua, com *feedbacks* imediatos e direcionados, o que contribui para a autonomia e o protagonismo do estudante. Essa dinâmica rompe com o modelo tradicional de ensino centrado no professor, colocando o aluno como responsável pela sua aprendizagem.

Nesse sentido, a IA viabiliza o uso de tutores inteligentes, que funcionam como assistentes virtuais de aprendizagem, capazes de simular interações humanas e fornecer explicações adaptadas ao estilo cognitivo de cada aluno. Esses tutores podem esclarecer dúvidas, propor desafios e reforçar conteúdo com base no histórico de acertos e erros, fortalecendo a compreensão de conceitos matemáticos e promovendo o raciocínio lógico (Costa Junior *et al.*, 2023).

A análise de dados educacionais, conhecida como *learning analytics*, também é potencializada pela IA. Com essa tecnologia, professores e gestores conseguem monitorar o progresso dos alunos, identificar padrões de dificuldades e tomar decisões pedagógicas mais assertivas. Essa abordagem baseada em dados favorece intervenções pedagógicas pontuais, permitindo que o ensino seja ajustado antes que os alunos acumulem déficits de aprendizagem (Costa Junior *et al.*, 2025).

Oliveira e Silva (2023) mencionam que estudantes com dificuldades específicas de aprendizagem ou com deficiências podem se beneficiar de tecnologias assistivas que incorporam inteligência artificial, como *softwares* de leitura, tradutores e aplicativos que facilitam a compreensão de fórmulas e cálculos, contribuindo para a equidade no acesso ao conhecimento.

Apesar dos benefícios, o uso da IA na Educação Matemática impõe desafios, assim, um dos principais é a formação dos professores, que muitas vezes não possuem preparo adequado para lidar com as novas tecnologias. A ausência de formação continuada voltada para o uso pedagógico da IA pode limitar o aproveitamento de seus recursos, ou mesmo gerar resistência por parte dos docentes (Santos; Sant'Ana; Sant'Ana, 2023).

Em muitas redes públicas de ensino, principalmente em contextos de vulnerabilidade social, não há equipamentos, conectividade ou suporte técnico suficientes para a implementação de ferramentas baseadas em IA. Evidencia-se a necessidade de políticas públicas que garantam investimentos estruturais e tecnológicos para ampliar o acesso às inovações digitais (Oliveira; Silva, 2023).

Cabe salientar que a inserção da IA no ambiente educacional exige a reflexão ética sobre a coleta e o uso de dados dos estudantes. É fundamental garantir a privacidade das informações, a segurança digital e a transparência dos algoritmos, a fim de evitar práticas discriminatórias ou que reforcem desigualdades educacionais (Tavares; Meira; Amaral, 2020). Os autores pontuam que:

> O uso de IA na educação (no inglês, Artificial Intelligence in Education - AIED) também é controverso, uma vez que a aplicação de inteligência artificial tende a substituir tarefas humanas, se isso for tomado por uma perspectiva objetivista, pode-se ter o errôneo pensamento da máquina como substituta do professor. No entanto, há muito potencial no uso de

> inteligência artificial como suporte para tarefas de aprendizagem, tanto na perspectiva do aluno como na perspectiva dos professores (Tavares; Meira; Amaral, 2020, p. 48).

Nessa perspectiva, a mediação do professor é essencial no processo educativo, mesmo com o uso de tecnologias avançadas. Cabe ao docente orientar os estudantes, promover o pensamento crítico, estimular a criatividade e integrar os recursos tecnológicos às metodologias pedagógicas com intencionalidade. A IA deve ser vista como ferramenta complementar, e não como substituta da ação humana no ensino (Costa Junior *et al.*, 2025). Desse modo:

> (...) o uso adequado dos mecanismos tecnológicos na sala de aula pelo docente, além de melhorar o aprendizado, permite que ele se aproxime ainda mais de seus alunos, o que é essencial para que consiga compreendê-los de maneira ampla, entendendo seus interesses e necessidades e facilitando a criação de estratégias de aprendizagem significativas e com sentido para todos (Guimarães *et al.*, 2023, p. 9).

Portanto, a implementação das tecnologias na sala de aula deve ser vista como um meio para aprofundar o vínculo entre professor e aluno, permitindo que as práticas pedagógicas se tornem efetivas. Não se trata somente de agregar tecnologia, mas de transformar o papel do educador em um mediador que, ao entender melhor seus alunos, consegue proporcionar experiências de aprendizado contextualizadas.

A IA é uma oportunidade de inovação no ensino de Matemática, com potencial para personalizar o aprendizado, apoiar o trabalho docente e melhorar os resultados educacionais. O seu uso deve ser acompanhado por políticas de formação, investimentos em infraestrutura e uma abordagem crítica, capaz de associar tecnologia e pedagogia em favor do desenvolvimento pleno dos estudantes.

2. METODOLOGIA

Este estudo adotou a abordagem qualitativa, do tipo revisão de literatura, com o objetivo de analisar o uso da Inteligência Artificial (IA) no

processo de ensino e aprendizagem da Matemática. A pesquisa qualitativa foi escolhida por permitir a compreensão dos fenômenos educacionais, valorizando interpretações, contextos e significados presentes nas produções acadêmicas analisadas.

Os procedimentos metodológicos consistiram na busca, seleção e análise de artigos científicos disponíveis em bases de dados reconhecidas, a saber: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Os critérios de inclusão foram: publicações em português ou inglês, com acesso aberto e disponibilidade na íntegra, que abordassem o uso da inteligência artificial no ensino da Matemática, no período compreendido entre os anos de 2020 e 2025.

A coleta de dados foi realizada por meio da leitura exploratória dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos encontrados nas bases mencionadas, utilizando descritores como "Educação", "Inteligência Artificial" e "Tecnologia". Após essa triagem inicial, os textos que atendiam aos critérios de inclusão foram lidos integralmente para avaliação da relevância teórica e adequação ao objetivo da pesquisa.

A análise dos dados foi conduzida por meio da técnica de análise de conteúdo, que permitiu a categorização das informações em eixos temáticos, como: benefícios da IA na aprendizagem matemática, desafios da implementação em contextos escolares, e o papel do professor no uso de tecnologias inteligentes. Esses eixos serviram de base para a sistematização e discussão dos resultados encontrados.

Dessa forma, o percurso metodológico adotado buscou garantir a consistência e a credibilidade da investigação, promovendo uma reflexão fundamentada sobre o tema e oferecendo subsídios para o aprofundamento do debate em torno das tecnologias emergentes no campo educacional, sobretudo no ensino da Matemática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos estudos selecionados, foi possível identificar que a presença da inteligência artificial no ensino de Matemática tem se ampliado, principalmente a partir de 2020, impulsionada pelas deman-

das geradas pelo ensino remoto e pela transformação digital nas escolas. As pesquisas apontam que a IA tem sido empregada principalmente por meio de plataformas adaptativas, aplicativos educativos e sistemas de tutoria inteligente, todos com o objetivo de personalizar o ensino e oferecer suporte ao processo de aprendizagem.

Feitosa *et al.* (2025) realizaram uma revisão sistemática evidenciando o crescente interesse acadêmico na aplicação da IA na educação matemática, destacando seu potencial transformador. Barros e Abreu (2024) assinalam que a personalização do processo de aprendizagem respeita as individualidades dos estudantes, reduz o desinteresse e melhora o desempenho em conteúdos matemáticos desafiadores, como álgebra e geometria. Silva (2023) afirma que o uso da IA potencializa o desenvolvimento da autonomia e da autoconfiança nos estudantes, promovendo o seu desenvolvimento integral.

Em relação à personalização do ensino, Zatti e Kalinke (2024) abordam a implementação de uma plataforma denominada GenIA, que utiliza programação intuitiva para a criação de objetos de aprendizagem de Matemática, assistida por algoritmos de IA. A plataforma foi validada em diferentes contextos e se mostrou viável para ser explorada em aulas de Matemática, o que corrobora a ideia de que a IA tem o potencial de transformar o ensino de disciplinas desafiadoras. A pesquisa de Andrade e Silva (2024) analisou o uso da IA no ensino de Estatística, aplicando atividades experimentais em uma turma do 1º ano do Ensino Médio Profissionalizante em Administração. Os alunos puderam explorar conceitos de forma interativa e personalizada, o que facilitou a compreensão de temas complexos e incentivou a abordagem investigativa, superando a simples memorização de fórmulas.

O estudo de Santos (2023) sobre o uso do assistente virtual de IA ChatGPT na educação matemática propôs a análise crítica sobre a aplicação na prática docente e na realização de tarefas dos estudantes. A pesquisa evidenciou que, ao utilizar a IA para apoio na aprendizagem, os alunos tiveram acesso a respostas rápidas, puderam interagir de maneira dinâmica e autônoma, aprofundando seu entendimento sobre conceitos matemáticos.

Costa Junior *et al.* (2025) destacam preocupações relacionadas à dependência tecnológica e à necessidade de formação docente adequada

para a integração dessas ferramentas no ambiente educacional. Além disso, questões éticas, como a privacidade dos dados dos alunos e a transparência dos algoritmos, são levantadas por Souza (2025), que enfatiza a importância de políticas para a proteção das informações dos estudantes.

Souza (2025) investigou o impacto da IA aliada a metodologias ativas no ensino de Matemática para estudantes com discalculia, concluindo que a gamificação mediada por IA oferece benefícios ao criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, promovendo a inclusão e a personalização do aprendizado. Assim, é fundamental considerar o papel insubstituível do professor nesse contexto. Medeiros *et al.* (2024) argumentam que, embora a IA possa atuar como ferramenta de apoio, a mediação humana é essencial para interpretar os dados fornecidos pelas plataformas, contextualizar os conteúdos e promover discussões que garantam a construção coletiva do conhecimento.

Vale ressaltar que a IA possui potencial para transformar o ensino de Matemática, oferece oportunidades para personalização e inclusão, mas é necessário que sua implementação seja acompanhada de formação dos professores, consideração de aspectos éticos e reflexão crítica sobre seu papel no processo educativo, garantindo que a tecnologia atue como um complemento ao ensino tradicional, e não como um substituto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o uso da inteligência artificial no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, com base na revisão de literatura realizada entre os anos de 2020 e 2025. A partir da análise qualitativa dos estudos selecionados, foi possível observar que a integração da IA ao contexto educacional é uma importante inovação pedagógica, principalmente por sua capacidade de personalizar o ensino, apoiar o trabalho docente e promover avanços na aprendizagem dos estudantes.

Os resultados evidenciam que a utilização de tecnologias baseadas em IA no ensino de Matemática contribui para a aprendizagem interativa, adaptativa e centrada no aluno. Recursos como plataformas adaptativas, tutores inteligentes e análise de dados educacionais permitem

intervenções pedagógicas precisas, favorecem o desenvolvimento do raciocínio lógico e a superação de dificuldades específicas. Essas tecnologias são promissoras para transformar a relação dos estudantes com a Matemática, promovendo engajamento e autonomia.

Os desafios enfrentados são expressivos, sobretudo no que diz respeito à formação continuada dos professores e à infraestrutura das instituições escolares. Sem o devido preparo pedagógico e técnico, o uso da IA tende a ser subaproveitado ou até mesmo rejeitado. As desigualdades no acesso à tecnologia impõem barreiras à democratização dessas inovações, o que reforça a necessidade de políticas públicas que garantam condições equitativas para todas as escolas.

A experiência analisada nesta pesquisa permite concluir que, embora a inteligência artificial tenha limitações no campo educacional, ela oferece possibilidades de qualificar o ensino de Matemática, desde que a aplicação esteja inserida em práticas pedagógicas conscientes, planejadas e acompanhadas. O papel do professor continua sendo essencial nesse processo, atuando como mediador entre o conhecimento e as tecnologias disponíveis.

Como possibilidade para estudos futuros, sugere-se a realização de pesquisas empíricas que investiguem os impactos da IA em contextos escolares diversos, com ênfase em sua aplicabilidade em escolas públicas, rurais e com estudantes em situação de vulnerabilidade. A ampliação do debate sobre aspectos éticos e sociais relacionados ao uso da IA na educação também se mostra relevante, visando assegurar uma implementação que seja, ao mesmo tempo, inovadora, inclusiva e comprometida com a qualidade da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Cíntia Cristiane de; SILVA, Roseane Almeida da. A utilização da inteligência artificial como ferramenta para o ensino de estatística sob a perspectiva da investigação Matemática. Monumenta - **Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 139-149, 2024. DOI: 10.57077/monumenta.v7i7.162. Disponível em: https://revistaunibf.emnuvens.com.br/monumenta/article/view/162. Acesso em: 11 maio 2025.

BARROS, Jose Emanuel Felipe; ABREU, Jair Dias de. Inteligência Artificial na Educação Matemática: O que vem sendo pesquisado. **Com a Palavra, o Professor**, [S. l.], v. 9, n. 25, p. 283-304, 2024. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/1092. Acesso em: 11 maio 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando.; LIMA; Uilliane Faustino de; LEME, Mário Domingos., *et al.* A inteligência artificial como ferramenta de apoio no ensino superior. **Rebena** - Revista Brasileira de

Ensino e Aprendizagem, [S. l.], v. 6, p. 246-269, 2023. Disponível em: https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/111. Acesso em: 10 maio 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando; SOUSA, Cássia Luciane Cangussu Narciso de; MELO, Cicero Ridalro Gonçalo de *et al.* Educação 4.0: o papel da inteligência artificial no desenvolvimento de novas competências. **Conhecimento em Rede:** Explorando a Multidisciplinaridade, 2025. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/editoraimpacto/article/view/3539. Acesso em: 10 maio 2025.

FEITOSA, Milena Monteiro; LEMOS, José de Jesus Sousa; NASCIMENTO, Louize *et al.* Inteligência Artificial e a Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura sobre Aplicações em Educação e Ensino. **EaD em Foco**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. e2410, 2025. DOI: 10.18264/eadf.v15i1.2410. Disponível em: https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/2410. Acesso em: 10 maio 2025.

GUIMARÃES, Ueudison Alves; ROQUE, Silvania Maria; CARMO, Ivanira Rodrigues do *et al.* Metodologias ativas: docência com Inteligência Artificial. **RECIMA21:** Revista Científica Multidisciplinar, v. 4, n. 7, 2023. Disponível em: https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3535. Acesso em: 10 maio 2025.

MEDEIROS, Tâmara Kadidja Silva de; FREITAS, Rita de Cássia Ramos Queiroz de; LEAL, Israel Aires Costa; CASTRO, Symone Costa de; BARROS, Ana Lourdes da Silveira; NASCIMENTO, Linda Evelyn Sousa; COELHO, Samaia Castro; GONÇALVES, Arthur Willian Matias. A utilização da inteligência artificial no ensino de matemática. **Cognitionis**, v. 7, n. 2, p. 1-14, 2024.

OLIVEIRA, Rodrigo Marcelo; SILVA, Marcos Ruiz da. O uso da inteligência artificial no ensino da matemática. **Práticas Contemporâneas no Ensino de Física, Química e Matemática**, v. 12 n. 44, 2023. Disponível em: https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2964. Acesso em: 11 maio 2025.

SANTOS, Renan Pereira; SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin. O ChatGPT como recurso de apoio no ensino da Matemática. **Revemop**, v. 5, p. e202303, 11 jul. 2023. Disponível em: https://periodicos.ufop.br/revemop/article/view/6837. Acesso em: 11 maio 2025.

SOUZA, E. S. R. de. Inteligência artificial e letramento matemático: inovação pedagógica ou risco de dependência tecnológica? **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. e7636, 2025. DOI: 10.56083/RCV5N3-025. Disponível em: https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/7636. Acesso em: 10 maio 2025.

TAVARES, Luis Antonio; MEIRA, Matheus Carvalho; AMARAL, Sergio Ferreira do. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, jul. 2020. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539/11346. Acesso em: 10 maio 2025.

VASCONCELOS, Igor Melo de; AMBROZIO, Alan Johnny Romanel; ALMEIDA, Alessandra Barboza Barros; DA SILVA, Romézio Alves Carvalho; DE SÁ, Gilmara Benício; SEGURA, Maria Cristina Vidovix; WALTER, Renato; DE OLIVEIRA, Andrea Aparecida Garcia Ribeiro. The role of artificial intelligence in education: a support tool or a substitute? **Lumen et virtus**, [S. l.], v. 15, n. 43, p. 7918-7933, 2024. DOI: 10.56238/levv15n43-021. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/1959. Acesso em: 11 maio 2025.

ZATTI, Evandro Alberto; KALINKE, Marco Aurélio. Plataforma GenIA: uma proposta de uso da inteligência artificial e da programação intuitiva na criação de objetos de aprendizagem. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S. l.], v. 12, n. 30, p. 1-23, 2024. DOI: 10.33361/RPQ.2024.v.12.n.30.720. Disponível em: https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/720. Acesso em: 11 maio 2025.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: POSSIBILIDADES DE PERSONALIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM PARA ESTUDANTES NEURODIVERGENTES

Dominique Junior Vais
Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)
dom_hotmart@hotmail.com - https://orcid.org/0000-0002-2753-2694

Francisco Jose Gomes Pereira
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
francisco.pereira@unemat.br - https://orcid.org/0000-0001-6835-5156

Franciana dos Santos Carvalho
Faculdade Futura (Icetec)
francianacarvalho@outlook.com - https://orcid.org/0000-0001-6076-1918

Romeilto Soares de Oliveira
Faculdade IBRA de Brasília (Fabras)
romeilto.oliveira@outlook.com - https://orcid.org/0009-0005-6744-0478

Resumo: No contexto da educação inclusiva, a tecnologia exerce papel preponderante na aprendizagem de alunos com deficiência, tendo seu potencial ampliado com a questão da inteligência artificial. O estudo apresenta como objetivo geral elucidar sobre a interface entre educação inclusiva e inteligência artificial, com ênfase para a personalização da aprendizagem de alunos neurodivergentes. É uma pesquisa bibliográfica, descritiva e apoiada na técnica dos estudos multicasos, contendo três casos selecionados a partir da literatura científica. Os resultados demonstram que a inteligência artificial pode auxiliar no processo de inclusão educacional de alunos com deficiência, a partir da possibilidade de criação de propostas pedagógicas personalizadas, de acordo com as demandas dos estudantes. Contudo, há também preocupações com relação ao uso seguro dessas tecnologias, como também há barreiras culturais quanto à utilização dessas tecnologias, as quais necessitam ser superadas, tendo em vista a consolidação da inclusão de alunos com deficiência no ambiente escolar.
Palavras-chave: Tecnologia. Educação Inclusiva. Inteligência Artificial.

Abstract: *In the context of inclusive education, technology plays a key role in the learning process of students with disabilities, with its potential further expanded through the integration of artificial intelligence. This study aims to shed light on the interface between inclusive education and artificial intelligence, with an emphasis on personalized learning for neurodivergent students. It is a bibliographic and descriptive research supported by the multi-case study technique, including three cases selected from the scientific literature. The results show that artificial intelligence can assist in the educational inclusion of students with disabilities by enabling the creation of personalized pedagogical strategies tailored to their specific needs. However, concerns remain regarding the safe use of these technologies, as well as cultural barriers to their adoption, which must be over-*

come in order to strengthen the inclusion of students with disabilities within the school environment.
Keywords: *Technology. Inclusive Education. Artificial Intelligence.*

INTRODUÇÃO

Conforme assevera Castells (2006), no mundo contemporâneo acontece o fenômeno conhecido como a sociedade em rede, na qual as formas de interações humanas acontecem não somente no modo presencial, mas também com o auxílio de tecnologias comunicacionais, como a internet. Por sua vez, Moura (2012) destaca que a tecnologia não só é um dos tópicos necessários para que se possa vislumbrar a educação para a cidadania, mas também é algo que se mostra cada vez mais frequente na vida das pessoas em seu cotidiano, seja ele profissional ou pessoal.

Uma das áreas de atuação em que a tecnologia se faz presente é a educação, mais precisamente, a sua respectiva vertente inclusiva. Isso abrange a criação de soluções tecnológicas voltadas para pessoas com deficiência, o que na literatura é conhecido como tecnologias assistivas (Livramento, 2022). Há determinadas tecnologias de natureza mais complexa, as quais utilizam para seu funcionamento a inteligência artificial (Gonçalves *et al.*, 2025).

Por um lado, a utilização dessa inteligência transcende a questão do atendimento das demandas educacionais de alunos com deficiência, por meio da detecção de suas potencialidades (Alves *et al.*, 2024). Todavia, o uso de inteligência artificial na educação também inspira debates, sendo um dos temas em destaque a questão da preservação da segurança dos dados dos usuários (Ribeiro *et al.*, 2024).

Este estudo apresenta como objetivo geral elucidar sobre a interface entre educação inclusiva e inteligência artificial, com ênfase para a personalização da aprendizagem de alunos neurodivergentes. Diante das muitas dificuldades enfrentadas pelas escolas brasileiras com relação à operacionalização da educação inclusiva, a inteligência artificial pode ser vista como uma possibilidade a ser considerada no tocante à personalização do ensino, tendo em vista o atendimento mais assertivo das necessidades educacionais de alunos com deficiência (Gonçalves *et al.*, 2025).

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 A interface entre educação inclusiva e inteligência artificial

Falar sobre educação inclusiva engloba o respeito aos direitos educacionais das pessoas com deficiência. Pode-se dizer que um dos principais marcos referentes à inclusão escolar no Brasil se dá a partir de 1988, com o advento da Carta Magna. Esse documento mestre que rege o ordenamento social brasileiro teve como uma de suas inspirações a Declaração Universal dos Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas - ONU (1948). Nesse sentido, uma das situações que constam nessa declaração abarca a relevância da educação, a qual, segundo Castro (2024), é um tópico essencial no tocante à emancipação e à cidadania plena dos indivíduos (Freire, 2019).

É oportuno pontuar que nem sempre as pessoas com deficiência tiveram seus direitos e sua dignidade devidamente respeitados. Damasceno (2021) relata que, em séculos passados, as pessoas com deficiência eram vistas como aberrações da natureza, o que lhes obrigava a viverem apartadas da sociedade. Na visão contemporânea, sob a égide da Carta Magna (Brasil, 1988), o que se tem é o ideário da educação para todos, de maneira que nesse contexto estão inseridas as pessoas com deficiência, sendo a educação um item essencial para assegurar maior participação destes indivíduos na sociedade, bem como também sua respectiva autonomia (Dornelas, 2024; Livramento, 2022).

É conveniente citar que, além da Carta Magna (Brasil, 1988), existem outras legislações que também versam sobre a necessidade de inclusão das pessoas com deficiência. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Brasil, 1996) não somente reconhece a educação especial como uma modalidade da educação básica, como também reitera situações como a formação continuada de professores voltada para a inclusão de pessoas com deficiência, bem como o atendimento educacional especializado - AEE. Por sua vez, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (Brasil, 2008, p. 15) não somente reitera o que é dito pela Carta Magna (Brasil, 1988) e pela Lei de Diretrizes e Bases (Brasil, 1996), mas também essa política esmiuça o respectivo público-alvo da educação inclusiva, conforme se pode ler a seguir, sendo eles: a)

pessoas com deficiência: b) pessoas com transtornos globais do desenvolvimento; c) altas habilidades/superdotação.

Na sequência das leis que estabelecem os parâmetros de realização da educação inclusiva no Brasil, tem-se, respectivamente, a Resolução nº 4 (Brasil, 2009) e o Decreto nº 7.611 (Brasil, 2011). Ambas as legislações versam sobre a mesma temática: o atendimento educacional especializado - AEE. De forma sintetizada, pode-se dizer que esse atendimento tem por intuito a quebra gradual das barreiras que impedem determinados alunos com deficiência quanto ao seu aprendizado (Anunciação, 2019).

Esse atendimento ocorre no chamado contraturno de aula, de maneira que, se um aluno com deficiência estuda na sala comum pela manhã, logo o seu Atendimento Educacional Especializado ocorrerá no turno da tarde em horários agendados num local conhecido como Sala de Recursos Multifuncionais (Pansini, 2018). Trata-se de um espaço com recursos didáticos e tecnologias, os quais, somados com a didática do professor do AEE, devem contribuir para que o estudante com deficiência consiga alcançar de forma gradativa seus respectivos progressos cognitivos (Castro, 2024).

Além dessas legislações, há ainda a Lei Brasileira de Inclusão, também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015), documento que elenca uma série de diretrizes necessárias para prover ao público-alvo da inclusão o reconhecimento de sua autonomia e cidadania (Sadim, 2018). Todas essas ações são relevantes, mas demandam a participação de todas as partes interessadas para que a inclusão de alunos com deficiência seja feita de forma devidamente exitosa.

O que se observa até aqui é que, embora a educação inclusiva seja assegurada por leis que integram o arcabouço jurídico nacional, ainda há muito o que ser feito para que, de fato, se possa aventar a existência de escolas verdadeiramente inclusivas. Dos itens acima elencados, é oportuno dizer que nem sempre os currículos refletem a realidade das escolas, pois carecem de atualização constante. Soma-se a isso a questão dos preconceitos que as pessoas com deficiência sofrem em pleno ambiente escolar, o que não deveria acontecer num espaço que é voltado, ou pelos deveria, ser focalizado no aceite das diferenças e da subjetividade de seus alunos.

Nesse sentido, um dos tópicos que podem colaborar com o alcance dessa finalidade diz respeito ao uso de inteligência artificial no contexto da educação inclusiva. Isso abrange ao que a literatura denomina como tecnologias assistivas. Livramento (2022) cita o caso de alunos com deficiência que possuem déficits mais agravados em termos de comunicação e de interação social, o que demanda o uso de soluções tecnológicas que possam promover a inclusão deles no ambiente educacional (Brasil, 2008).

Por sua vez, conforme é ressaltado por Almeida *et al.* (2024), essas tecnologias servem para fazer com que o educando com deficiência possa obter progressos cognitivos, tornando mais viável a realização de determinadas atividades nas quais ele apresenta limitações quanto a sua feitura.

Pode-se considerar que a inteligência artificial (IA) se caracteriza pela possibilidade de criação de sistemas inteligentes (Russel; Norvig, 2016). Enfatiza-se que a chamada IA representa um campo de trabalho do tipo multidisciplinar, o qual combina os saberes de diferentes áreas, tais como Filosofia, Neurociência e Psicologia, de forma que a conciliação dessas ciências no campo computacional permite aos sistemas inteligentes não somente imitar a inteligência humana, mas também a expansão da compreensão de seu respectivo funcionamento (Luger; Stubblefield, 2004).

Conforme França *et al.* (2025), o desenvolvimento de recursos inclusivos é constituído tanto por aquelas tecnologias que são de menor custo, como também engloba sistemas mais complexos, dos quais a inteligência artificial faz parte. Gonçalves *et al.* (2025), ao explanarem sobre as suas respectivas possibilidades de utilização da inteligência artificial na educação, mencionam que isso pode abarcar inclusive áreas do conhecimento que são desafiadoras, como a Matemática.

Entende-se que esse dialogismo entre inteligência artificial e tecnologias assistivas é necessário, pois, a partir disso, pode-se aventar a existência de soluções mais adequadas para desenvolver a autonomia de alunos com deficiência, tendo em vista o aprendizado de determinados conteúdos. Com isso, pode-se, de forma gradual, vencer as barreiras que os impedem de alcançarem melhores níveis de aprendizagem.

2. METODOLOGIA

Uma das características deste estudo é o fato de ele ser bibliográfico. Conforme Zanella (2013), pesquisas dessa natureza são aquelas em que o pesquisador procede com a consulta em material já publicado. É também um estudo do tipo descritivo, no qual, segundo Vergara (2016), a primordial intenção do investigante é descrever os principais aspectos de um dado fenômeno ou população.

Além disso, a pesquisa é apoiada na metodologia conhecida como estudo multicasos. Conforme Yin (2015), quando há mais de um caso sendo analisado pelo pesquisador, tem-se aí um estudo multicasos. Segundo Martins (2021), estudos dessa natureza se notabilizam por prover ao pesquisador uma visão mais ampla a respeito do tema pesquisado, além de permitir também a feitura de correlações referentes aos casos que integraram seu percurso investigativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro caso aqui destacado diz respeito ao estudo de Gonçalves *et al.* (2025), cujo título é "A tecnologia assistiva como ferramenta de inclusão escolar". Conforme Livramento (2022), as tecnologias assistivas englobam o uso de recursos cuja finalidade é viabilizar a aprendizagem de pessoas com deficiência, facilitando aspectos como a comunicação. O método utilizado por Gonçalves *et al.* (2025) foi o da revisão de literatura, o que, conforme Carvalho (2019), serve não somente para detectar o grau de produção científica sobre um dado tema, mas também se presta a identificar lacunas que podem servir como assunto para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Esse estudo de Gonçalves *et al.* (2025) foi escolhido pois em seu teor há apontamentos sobre inteligência artificial, sendo um deles referente à temática da criação de plataformas inclusivas. Gonçalves *et al.* (2025) citam o autor Togni (2025), que destaca o exemplo de uma plataforma que fora criada com recursos de inteligência artificial no modelo Whisper, tendo como base o reconhecimento de fala, bem como a conversão da fala em texto, comandos de controle, início de leitura e tradu-

ção para a linguagem de Libras. Togni (2025) afirma que esse sistema se mostra pertinente para promover a interatividade de alunos com essa plataforma, o que, por conseguinte, auxilia em seu respectivo processo de inclusão.

Outro exemplo mencionado por Gonçalves *et al.* (2025) engloba o uso de uma tecnologia denominada como TactViz, cujo uso é direcionado para alunos com deficiência visual. De acordo com Nunes, Barros Filho e Coutinho (2024), a utilização do TactViz é para ajudar alunos com deficiência a fazerem suas pesquisas e, concomitantemente, isso pode os auxiliar na obtenção de melhores resultados em sua respectiva vida acadêmica. Ainda segundo Nunes, Barros Filho e Coutinho (2024), a agregação de inteligência artificial em tecnologias assistivas ajuda a promover não só a autonomia, mas também o aprendizado dos alunos com deficiência em disciplinas como a Matemática.

Entretanto, Gonçalves *et al.* (2025), em seu estudo, mencionam duas situações que podem ser vistas como óbices para a inserção da inteligência artificial na educação inclusiva. O primeiro tópico é assinalado por Nunes, Barros Filho e Coutinho (2024), o qual cita a questão das resistências culturais, pois há um receio entre os profissionais de educação com relação a serem substituídos por tecnologias. A segunda situação é citada por Zuliani e Berghauser (2017), os quais chamam a atenção para o comprometimento das instituições educacionais com relação a essa agregação de tecnologias e inteligência artificial na educação, com vistas a suplantar os métodos do ensino tradicional (Martins; Mansur, 2022).

Essa questão das resistências culturais é algo que acontece, muito por causa do desconhecimento das benesses da inteligência artificial. O que se pleiteia com isso não é necessariamente substituir pessoas ou tomar empregos, mas sim, aprimorar processos pedagógicos que, em regra, se mostram problemáticos e carentes de melhores soluções e respostas.

O segundo caso aqui apresentado é da autoria de Ribeiro *et al.* (2024), cujo nome é "Inteligência artificial na educação inclusiva: desafios e oportunidades para alunos com necessidades educacionais especiais". A abordagem metodológica adotada por Ribeiro *et al.* (2024) foi semelhante ao que fora visto em Gonçalves *et al.* (2025), com o adendo de que no caso específico de Ribeiro *et al.* (2024) o que aconteceu foi um levantamento bibliográfico entre os anos de 2014 e 2024, tendo como

foco as funcionalidades da inteligência artificial e sua aplicabilidade na educação inclusiva.

Dentre os achados feitos por Ribeiro *et al.* (2024), convém citar sobre o fato de a inteligência artificial servir como suporte em pontos relevantes no campo da inclusão. No entender de Ribeiro *et al.* (2024), isso abrange os seguintes tópicos: a) criação de ambientes educacionais mais inclusivos e adaptados; b) apoio individual mais profícuo ao estudante com deficiência; c) detecção das dificuldades dos alunos com deficiência; d) coleta e análise de dados educacionais que subsidiam a tomada de decisão dos professores com relação aos seus alunos com deficiência.

Assim, o que se pode observar é que, embora as inteligências artificiais exerçam papel preponderante na inclusão de alunos com deficiência, ainda assim o fator humano é igualmente pertinente, no sentido de orientar os estudantes quanto ao uso dessas tecnologias. Com isso, tem-se a necessidade da atenção e do apoio para que os efeitos de utilização da inteligência artificial na educação inclusiva sejam positivos, se refletindo em avanços cognitivos para os alunos com deficiência.

Em seu estudo, Ribeiro *et al.* (2024) também destacam outros pontos, como a utilização de algoritmos de máquina e o reconhecimento de padrões, de maneira que isso pode auxiliar os educadores a tomarem decisões assertivas com o apoio da inteligência artificial. Esse tipo de análise, conforme Ribeiro *et al.* (2024), serve para melhor orientar os professores, os quais, na maioria das ocasiões, contam apenas com a observação dos traços comportamentais de seus alunos com deficiência para embasarem suas decisões com relação à qual estratégia adotar em suas rotinas com os alunos com deficiência (Castro, 2024).

Essa questão da observação sobre como o estudante com deficiência se comporta em seu cotidiano é, na maioria dos casos, o único suporte informacional do qual o docente dispõe para conseguir direcionar suas ações educacionais (Castro, 2024). É por essa razão que Ribeiro *et al.* (2024), em sua pesquisa, chamam a atenção para a questão da formação docente para o uso ético e responsável da inteligência artificial, o que pode ser promovido por meio de parcerias entre as escolas e os especialistas em IA.

É oportuno pontuar que essa necessidade de os professores aprofundarem a interface entre tecnologia e educação possui um aspecto norma-

tivo a ela associado. Diz respeito ao que é dito pelo que a literatura denomina como BNC-Formação (Brasil, 2019), a qual traz à baila essa questão das competências digitais tendo em vista a melhoria do ensino. No caso específico da inteligência artificial na educação, entende-se que ela pode, dentre outras benesses, melhorar no que tange à educação inclusiva a questão da atenção personalizada para os alunos com deficiência, o que engloba o conhecimento mais profícuo de suas respectivas potencialidades de aprendizado (Alves *et al.*, 2024).

Reconhece-se a necessidade do desenvolvimento das competências digitais de professores. O problema está na forma como isso é conduzido, com formações contínuas muitas vezes desconexas com o que os docentes vivem, bem como os desafios de seu expediente professoral. É necessário alertar que não é producente para o poder público anunciar que tantos professores passaram por formações tecnológicas, se elas não se refletem de forma positiva nas suas respectivas práticas pedagógicas.

A terceira produção aqui em destaque é assinada por França *et al.* (2025) e tem por título "Educação inclusiva 4.0: tecnologia assistiva está revolucionando o ensino". O método adotado por França *et al.* (2025) foi baseado em pesquisas bibliográficas feitas entre os anos de 2018 a 2025, trazendo à baila o termo Educação Inclusiva 4.0, o qual é englobado nessa conjuntura de rápidas transformações tecnológicas (Castells, 2006).

Em sua pesquisa, França *et al.* (2025) elencam quatro tendências predominantes no que se refere à agregação de inteligência artificial para fins de promoção de experiências personalizadas de ensino para alunos com deficiência. Na visão de França *et al.* (2025), essas tendências são: a) algoritmos personalizados de experiências educacionais; b) democratização de conteúdos que até então eram vistos como inacessíveis; c) autonomia dos alunos com deficiência sendo ampliada, e; d) mudanças nas relações entre educadores e estudantes com deficiência.

Conforme Lavor (2022), um dos fatos que tornam a operacionalização da educação inclusiva complexa diz respeito à diversidade que é inerente ao público-alvo dessa vertente educacional. Para efeito de exemplificação, há os alunos autistas, bem como aqueles que possuem Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e os que lidam

com as Altas Habilidades/Superdotação (Castro, 2024). Há também casos de deficiências combinadas, como alunos autistas que também possuem Altas Habilidades/Superdotação (Cipriano, 2021).

Cada educando com deficiência possui suas particularidades e a falta de conhecimento prévio dos professores com relação a isso acaba dificultando a decisão por qual estratégia pedagógica deve ser escolhida visando ao seu aprendizado (Tinti, 2016). Essa situação não é culpa dos docentes, pois, segundo Castro (2024), a maioria significativa desses profissionais não teve contato em sua formação inicial com a educação inclusiva em seus aspectos teóricos e práticos. Além disso, há casos em que as formações continuadas até existem, mas acontecem de forma esporádica ou descontextualizada da realidade crítica vivida pelos professores em sala de aula (Anjos, 2018).

O que França *et al.* (2025) afirmam ao citarem o termo personalização algorítmica engloba uma situação que os professores não conseguem realizar, por mais esforçados que sejam: a criação de propostas pedagógicas que sejam mais de acordo com as necessidades educacionais dos alunos com deficiência. Isso acontece também por causa da falta de dialogismo entre os professores e as famílias dos alunos com deficiência, processo que por vezes se mostra precário e carente de reforço (Lima; Santos, 2023).

Nesse sentido, entende-se que essa personalização faria com que as propostas pedagógicas fossem elaboradas considerando a realidade e as necessidades de cada estudante com deficiência. Isso é um ponto muito positivo, mas ainda assim precisa do elemento humano para acompanhar o aluno com deficiência, conduzindo-o em seu itinerário formativo.

Além de descrever as tendências da inteligência artificial agregada às tecnologias assistivas na educação inclusiva, França *et al.* (2025) também citam os fatores preponderantes para que essa vertente educacional seja fortalecida. Isso abarca: a) o desenvolvimento de tecnologias cuja criação seja embasada nos ditames do design universal; b) fortalecimento de políticas públicas voltadas para acesso equitativo da inteligência artificial, e; c) mudanças culturais nas instituições de ensino, com reconhecimento da diversidade de seus alunos (França *et al.*, 2025).

A questão das políticas públicas que sejam favoráveis ao uso de tecnologias assistivas é um ponto polêmico, pois no Brasil ainda há escolas

cuja infraestrutura é precária e o trabalho docente é desvalorizado (Gatti *et al.*, 2019). Dentre os fatores citados por França *et al.* (2025), a questão cultural é algo que demanda tempo de trabalho, posto que no campo educacional ainda há esse tópico relacionado com a resistência de educadores com o uso de tecnologias educacionais (Gonçalves *et al.* (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo buscou elucidar sobre a interface entre educação inclusiva e inteligência artificial. Como pontos positivos, pode-se mencionar a questão da precisão desses recursos no que tange à assertividade das propostas pedagógicas, as quais, a partir de então, podem ser elaboradas de forma mais profícua e direcionada para as necessidades educacionais de alunos com deficiência.

Por outro lado, há questões que necessitam ser debatidas com maior profundidade, seja com relação ao uso ético dessas tecnologias, seja no que se refere à segurança dos dados dos usuários. Esses são pontos que precisam ser trabalhados com maior ênfase, para que se possa usufruir das vantagens da inteligência artificial na educação inclusiva de forma mais segura e eficiente, em especial, pelos alunos com deficiência no contexto escolar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. *et al.* A função das tecnologias assistivas na educação especial: ferramentas e recursos para a aprendizagem. **Revista Ibero-Americana de Humanidades Ciências e Educação**, v. 8, p. 2074-2092, 2024.

ALVES, D. L. *et al.* Impacto da inteligência artificial na educação inclusiva. **Revista Ilustração**, v. 5, n. 7, p. 37-47, 2024.

ANJOS, P. G. **Reflexões sobre a formação continuada e professores na perspectiva da educação inclusiva e suas implicações no trabalho docente**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

ANUNCIAÇÃO, D. V. A. **A gestão educacional na perspectiva da educação inclusiva no município de Manaus**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

BRASIL. **Constituição Federal da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Senado Federal, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC; SEE, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 4, de 2 de outubro de 2009**. Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade educação especial. Brasília: MEC/CNE/CEB, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011**. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Brasília: Senado Federal, 2011.

BRASIL, **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (Estatuto da pessoa com deficiência). Brasília: Presidência da República, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução CNE/CEP nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Brasília: MEC/CNE/CP, 2019.

CARVALHO, Y. M. Do velho ao novo: a revisão de literatura como método de fazer ciência. **Revista Thema**, v. 16, n. 4, p. 913-928, 2019.

CASTELLS, M. A sociedade em rede: do conhecimento à política. In: CASTELLS, M.; CARDOSO, G. (org). **A sociedade em rede:** do conhecimento à acção política. Lisboa: Imprensa Nacional, 2006.

CASTRO, S. A. B. **As necessidades formativas do professor do AEE diante de demandas emergentes**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2024.

CIPRIANO, J. A. **O ensino-aprendizagem de estudantes com dupla excepcionalidade (TEA Nível 1 / AHSD):** uma intervenção pedagógica no Núcleo de Altas Habilidades/Superdotação - NAAHS/MA. Dissertação (Mestrado em Ensino da Educação Básica) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

DAMASCENO, A. S. R. **Desafios na atuação da psicologia na atenção básica à saúde**. Goiás: Universidade Federal de Goiânia, 2021.

DORNELAS, C. R. S. **O professor do atendimento educacional especializado na Sala de Recursos Multifuncional (AEE/SRM) com formação em Psicopedagogia:** atuação junto ao aluno com Transtorno do Espectro Autista - TEA. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

FRANÇA, L.F. *et al.* Educação inclusiva 4.0: tecnologia assistiva está revolucionando o ensino. **Revista Aracê**, v. 7, n. 4, p. 15906-15921, 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GONÇALVES, J. J. S. *et al.* A tecnologia assistiva como ferramenta de inclusão escolar. **Revista Aracê**, v. 7, n. 5, p. 22774-22789, 2025.

LAVOR, P. L. **Sala inclusiva:** uma proposta didática para professores e alunos surdos ouvintes. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

LIMA, M. S.; SANTOS, J. O. L. Atendimento educacional especializado: articulação entre professor do AEE, da sala comum e família do aluno PAEE em duas escolas públicas do município de Parintins (AM). **Educação Especial**, v. 36, p. 1-14, 2023.

LIVRAMENTO, M. S. C. **A comunicação alternativa/aumentativa para a interação de estudantes com Transtorno do Espectro do Autismo na escola**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica, Inclusão e Diversidade) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, 2022.

LUGER, G. F.; STUBBLEFIELD, W. A. **Artificial Intelligence:** Structures and Strategies for Complex Problem Solving. 5th ed. Boston, MA: Addison-Wesley, p. 100-115. 2004.

MARTINS, A. F. **Um estudo multicasos sobre estratégias de estudo e de performance de cantores líricos**. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

MARTINS, L. M.; MANSUR, A. F. B. Percepção docente sobre o uso das metodologias ativas e tecnologias da informação e comunicação no ensino de literatura nas escolas estaduais de ensino médio no município de Santo Antônio de Pádua/RJ. In: TEIXEIRA, E.; SILVA. B. A. (org.). **Metodologias ativas e multiletramentos no ensino de linguagens**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022.

MOURA, D. H. A organização curricular do ensino médio integrado a partir do eixo estruturante: trabalho, ciência, tecnologia e cultura. **Revista Labor**, v. 1, n. 7, p. 1-19, 2012.

NUNES, G. S. I.; BARROS FILHO, E. M.; COUTINHO, E. F. A tecnologia assistiva na inclusão de alunos com deficiência no ambiente escolar: uma revisão sistemática. **Colloquium Humanarum**, v. 21, n. 1, 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração universal dos direitos humanos**. Genebra: ONU, 1948.

PANSINI, F. **Sala de recursos multifuncionais no Brasil:** para que e para quem? Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

PIRES, S. V. L. *et al.* Um jogo sério para Triagem das Funções Executivas como subsídio pedagógico para crianças com TEA na educação infantil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 35. **Anais** [...]. Rio de Janeiro, Instituto Benjamin Constant, 4 a 8 de novembro de 2024.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence:** A Modern Approach. 3rd ed. Upper.

SADIM, G. P. T. **Atendimento educacional especializado:** organização e funcionamento das salas de recursos multifuncionais aos Educandos com autismo na rede municipal de Manaus. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SILVA, R. O. **Proposta de autocapacitação para coordenadores de graduação**. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2019.

TINTI, M. C. **Desenvolvimento profissional docente em uma perspectiva colaborativa:** a inclusão escolar, as tecnologias e a prática pedagógica. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2016.

TOGNI, J. **Development of an inclusive educational platform using open technologies and machine learning:** a case study on accessibility enhancement. Campinas: University of Campinas – Unicamp, 2025.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. reimpr. Florianópolis: Departamento de Administração da UFSC, 2013.

ZULIANI, M. L. S.; BERGHAUSER, N. A. C. Tecnologias assistivas na educação inclusiva. **Revista Eletrônica Científica de Inovação e Tecnologia**, v. 8, n. 16, 2017.

MODELOS DE LINGUAGEM DE LARGA ESCALA (LLMS): IMPULSIONANDO A REVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CAMPO

Ruy de Oliveira
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
ruy.oliveira@ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/4757935695805250
Matheus Cândido Teixeira
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
matheus.candido@ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/0915261538773931

Resumo: A Inteligência Artificial (IA) avança em múltiplas áreas, e sua aplicação na agricultura tem grande margem para crescimento, dada a variedade de processos produtivos que podem ser aprimorados com essa tecnologia. No entanto, diversas soluções exigem a coleta de grandes volumes de dados específicos do domínio de interesse, além de conhecimento técnico especializado, o que tem, aparentemente, limitado o aproveitamento pleno dos benefícios da IA no setor. Uma alternativa promissora é o uso dos Modelos de Linguagem em Larga Escala (*Large Language Models* - LLMs), que são pré-treinados com extensos volumes de dados, tornando-os capazes de gerar textos, traduzir textos, responder a perguntas, entre outras tarefas importantes. Os LLMs simplificam a interação entre usuário e máquina, à medida que esses modelos podem interpretar comandos em linguagem natural e imediatamente executar as tarefas correspondentes. Este trabalho avalia preliminarmente o potencial dos LLMs em aplicações dentro da agricultura. Abordam-se sucintamente os principais modelos disponíveis, destacando suas funcionalidades mais relevantes, bem como os principais domínios de interesse dentro do setor agrícola.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Agricultura inteligente. LLMs. Aprendizado de máquina.

Abstract: *Artificial Intelligence (AI) is advancing across multiple fields, and its application in agriculture has significant room for growth, given the variety of production processes that can be enhanced with this technology. However, many solutions require the collection of large volumes of domain-specific data, as well as specialized technical expertise, which appears to be hindering the full adoption of AI's benefits in the sector. A promising alternative is the use of Large Language Models (LLMs), which are pre-trained on vast datasets, enabling them to generate text, translate languages, answer questions, among other important tasks. LLMs simplify human-machine interaction by interpreting natural language commands and executing corresponding tasks immediately. This work provides a preliminary assessment of the potential of LLMs in agricultural applications. It briefly outlines the main available models, highlighting their*

key functionalities, as well as the primary domains of interest within the agricultural sector.
Keywords: *Artificial Intelligence. Smart Agriculture. LLMs. Machine Learning.*

INTRODUÇÃO

Os altos índices de competitividade global, entre outros fatores, demandam que a agricultura moderna, incluindo as tecnologias da chamada agricultura 4.0, produza resultados cada vez mais eficientes, inovadores e sustentáveis. Por isso, nos últimos anos, uma variedade significativa de tecnologias avançadas vem sendo gradativamente adotada no campo, e a Inteligência Artificial (IA) se destaca como uma solução promissora para revolucionar o trabalho nessa área, originando a chamada agricultura inteligente. Os benefícios da IA para a agricultura são amplos, incluindo suporte para tomada de decisão assertiva, consolidação da agricultura de precisão, evolução da automação (drones, máquinas autônomas, etc.), aumento de produtividade, entre outros.

O termo inteligência artificial é amplo e subdivide-se em várias vertentes. Uma dessas vertentes é a Aprendizagem Profunda (*Deep Learning* - DL), a qual se sobressai em várias áreas, incluindo o setor da agricultura. Embora a DL consiga prover resultados satisfatórios em muitas aplicações, o seu desempenho depende de longos treinamentos com grandes bases de dados. Dessa forma, a adoção da DL implica custos elevados e a necessidade de mão de obra altamente especializada, o que certamente dificulta a disseminação dessa abordagem no setor da agricultura.

Impulsionados por essas limitações da DL, os Modelos de Linguagem de Larga Escala (*Large Language Models* - LLMs) emergem como uma alternativa interessante para o setor, visto que eles oferecem interface interativa com o usuário e aceitam comandos em linguagem natural, aproximando-os do usuário que não dispõe de conhecimentos aprofundados no assunto.

Os LLMs ganharam notoriedade com o lançamento do ChatGPT em 2022, mas a fundação para o desenvolvimento desses modelos, materializada por meio da arquitetura denominada *Transformer*, foi criada

pela gigante Google em 2017. Atualmente, além do ChatGPT, desenvolvido pela empresa OpenAI, outros modelos de LLM populares incluem Gemini (Google), LLaMA (META), Claude (Anthropic) e DeepSeek (DeepSeek AI) (Aydin, 2025).

O extraordinário avanço alcançado pelos LLMs não tem precedente na história da IA. Esses modelos tornaram possível ao usuário comum desfrutar de um modelo computacional inteligente, pré-treinado numa massa astronômica de dados, para simplificar a realização das mais variadas tarefas, como consultar informações sobre assuntos diversos, realizar tradução de documentos, gerar códigos de linguagens de programação e resumir textos. Conforme explicado mais adiante, os LLMs estão evoluindo para processar dados multimodais, habilitando-os para lidar com dados na forma não apenas textual, mas também imagem, áudio e vídeo (Huang, 2024; Naveed, 2025).

Este artigo apresenta um breve relato de como os LLMs podem revolucionar o trabalho no campo, sobretudo os processos envolvidos na produção agrícola. Os principais modelos de LLMs da atualidade são descritos e comparados. As aplicações emergentes dos LLMs no setor agrícola são discutidas, e algumas delas são explanadas por meio de exemplos práticos implementados. Por fim, aspectos importantes da integração dos LLMs na realidade rural são abordados na perspectiva de que as vantagens e os desafios desse cenário fiquem evidentes.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Modelos de Linguagem de Larga Escala - LLMs

Os modelos inteligentes pré-treinados, inerentes aos LLMs, estão revolucionando profundamente a área da inteligência artificial. Os avanços proporcionados pelos LLMs em relação aos algoritmos clássicos de DL são notáveis, não apenas pela abrangência dos LLMs em vários domínios, mas também pela forma "autônoma" com que esses grandes modelos são treinados. Enquanto os modelos tradicionais de DL dependem de dados rotulados (Sun *et al.*, 2017, p. 845), os LLMs não neces-

sitam de rótulos para serem treinados. A dispensa de rotulação é vantajosa, já que rotular dados para treinamento de IA requer tempo e conhecimento especializado. O fato de independer de dados rotulados implica dizer que os LLMs são treinados de modo não supervisionado ou autossupervisionado.

Dependendo do tamanho da base de dados a ser rotulada, o processo torna-se inviável, e assim surgiram os LLMs, que são treinados com vasta base de dados disponível na internet, incluindo páginas da web, Wikipedia, livros, notícias, redes sociais, artigos científicos, códigos de programação, entre outros. Dessa forma, esses modelos adquirem conhecimento abrangente em diversos domínios (Raiaan *et al.*, 2024, p. 26840; Xiong *et al.*, 2024, p. 4558).

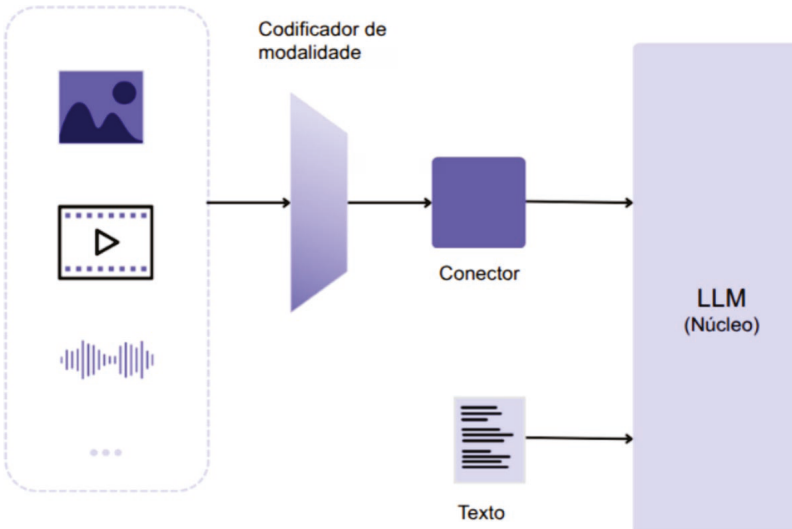
É importante ressaltar que os LLMs são algoritmos avançados de processamento de linguagem natural, desenvolvidos para aproximar a IA do modo como os seres humanos se comunicam. Os modelos de LLM tradicionais recebem dados em linguagem natural (linguagem usada pelos seres humanos), inclusive em vários idiomas, e retornam seus resultados também em linguagem natural. Portanto, além de processar textos, esses modelos também geram textos, e por isso incluem funcionalidades da chamada IA generativa, o que lhes confere a prerrogativa de gerar textos com alta qualidade linguística. A qualidade desses textos depende, naturalmente, da qualidade do treinamento dos modelos, incluindo as bases de dados utilizadas.

Mais recentemente, alguns modelos de LLMs incorporaram a capacidade de trabalhar com imagens, inclusive com geração de imagens, caracterizando-se como LLMs multimodais (MLLM). Em outras palavras, pode-se dizer que os sistemas LLMs atuais foram expandidos para processar dados multimodais. Então, além de textos, esses modelos já podem também desempenhar tarefas que requeiram o entendimento e a geração de dados não textuais como imagem, áudio e vídeo (Huang, 2024).

Como ilustrado na Figura 1, o núcleo do LLM, que opera com texto na sua entrada, necessita de um Codificador de modalidade para integrar todas as modalidades de dados não textuais. Os dados na saída desse codificador contêm as características (*features*) representativas das infor-

mações não textuais, as quais são adequadamente convertidas para a forma de texto pelo bloco Conector.

Figura 1 - LLMs com dados de entrada Multimodal



Fonte: Adaptado de Tenyks, 2024.

A implementação mais famosa dos LLMs é certamente o ChatGPT, o qual surpreendeu o mundo em 2022 ao atingir a marca de 1 milhão de usuários em apenas cinco dias após seu lançamento, e alcançar 100 milhões em apenas dois meses. No entanto, há outros exemplos de LLM que também evoluíram e estão se tornando populares por apresentarem desempenho e funcionalidades similares, ou mesmo superiores, aos do ChatGPT. Em especial, a implementação Deepseek, lançada em janeiro de 2025, ganhou destaque no seu lançamento, por oferecer um modelo de código aberto, que alcança desempenho similar ao do seu famoso antecessor e foi construído a um custo muito menor. O Quadro 1 resume aspectos importantes de cinco das implementações de LLM mais populares da atualidade.

Quadro 1 - Comparação dos modelos de LLM

Atributo	ChatGPT4o	Gemini 2.0 Flash	Claude 3.7	LLaMA 4**	DeepSeek V3.6
Lançamento	Mai 2024	Abr. 2025	Fev. 2025	Abr. 2025	Jan. 2025
Desenvolvedor	Open AI	Google	Anthropic	Meta	DeepSeek AI
Diferencial	Interação por voz muito rápido	Integração nativa com ferramenta de busca	Inferência híbrida**	Combinação de especialistas^	Destaque com código e matemática
Tamanho do contexto*	128K	1 milhão	200K	1 milhão	128K
Qtidade de parâmetros*^	1,8 trilhão	40 Bilhões	100 bilhões	400 bilhões	671 bilhões
Entrada	Texto, imagem, áudio, vídeo	Texto, imagem, áudio, vídeo	Texto, imagem	Texto, imagem	Texto
Open source	Não	Não	Não	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores.
Qtidade de parâmetros*^: quantidade de *tokens* (palavras) que o modelo pode receber de uma só vez e processar.
Tamanho de contexto*: refere-se a uma estiva porque alguns dos desenvolvedores não divulgam essas informações.
Inferência híbrida:** mecanismo de chaveamento entre tarefas simples e complexas visando à melhor interatividade.
Combinação de Especialistas^: arquitetura que provê resultado eficiente com menor demanda computacional.

Os dados do Quadro 1 mostram o quão dinâmicos esses modelos são. Dos cinco modelos apresentados, apenas o ChatGPT 4o ainda não tem atualização do ano de 2025. Observa-se também que a quantidade de parâmetros dos modelos, os quais são aprendidos durante o treinamento, também é astronômica. Por isso, os LLMs normalmente são treinados por grandes corporações, conforme indicado na Tabela 1, e posteriormente disponibilizados como modelos pré-treinados para o público. Pode-se ainda notar no Quadro 1 que, atualmente, apenas as implementações ChatGPT 4o e Gemini 2.0 Flash aceitam dados de entrada nas modalidades de texto, imagem, áudio e vídeo. No entanto, os demais desenvolvedores (corporações) estão trabalhando ativamente para brevemente disponibilizarem essas funcionalidades também.

Para que os benefícios dos LLMs possam ser explorados de forma plena, seus algoritmos devem ser instalados em máquinas locais. Nesse arranjo, códigos abertos (*open-sources*) podem ser utilizados, possibilitando o ajuste fino (refinamento) dos LLMs, no sentido de personalizar a implementação para as necessidades de cada usuário.

Em decorrência dessa necessidade, nos últimos anos, uma quantidade significativa de ferramentas foi criada, entre as quais se destaca a Ollama, juntamente com a LangChain. A Ollama simplifica o processo de instalação dos modelos de LLM localmente, e a LangChain possibilita a integração desses modelos com as aplicações (Liu; Kang; Han, 2024). Ainda há ferramentas como Axolotl, Unsloth e MLX que podem ser usadas para o refinamento desses modelos (Mangena, 2025). Essas plataformas impulsionam a disseminação dos LLMs, ao torná-los mais acessíveis e fáceis de usar, mesmo para usuários com pouca qualificação no tema. Assim, todo o poder da inteligência artificial dos LLMs pode ser facilmente acessado e usufruído, nas mais diversas áreas do conhecimento.

1.2 Modelos de Linguagem de Larga Escala na agricultura

Conforme mencionado anteriormente, atualmente já há muitos processos produtivos no campo que estão sendo conduzidos por algoritmos de inteligência artificial. Os grandes fabricantes mundiais de maquinário agrícola já estão progressivamente embarcando algoritmos de IA em seus equipamentos, impulsionando a era da agricultura digital (Jorge, 2024, p. 58). A Figura 2 exibe algumas áreas em que a IA já está revolucionando o trabalho no campo.

No entanto, a fim de explorar em mais detalhes como a IA está transformando o setor da agricultura, destacam-se as seguintes aplicações emergentes: i) máquinas modernas, como as colheitadeiras e os tratores, que utilizam IA para navegação autônoma via GPS, com sensores e câmeras integrados que auxiliam na identificação de culturas e no monitoramento do solo; ii) robôs para plantio, colheita e remoção de ervas daninhas; iii) drones agrícolas para monitoramento do plantio, identificação de pragas e doenças, pulverização e análise de solo; iv) sistemas de irrigação automatizados que otimizam o uso da água com base em fatores ambientais; v) soluções avançadas de agricultura de precisão para otimizar a produção agrícola através da análise preditiva de safras e da gestão eficiente de insumos.

A literatura recente mostra que muitos desses processos podem ser aprimorados com o emprego dos LLMs, sobretudo devido ao grande número de dados, como imagens coletadas por drones, disponíveis que

podem não estar sendo plenamente usados atualmente. A subutilização desses dados pode ser atribuída, em grande parte, à elevada complexidade envolvida na identificação e extração de padrões estatísticos relevantes em seu conteúdo (Li, 2023).

Figura 2 - Algumas aplicações da IA na agricultura

Fonte: Adaptado de Intelliarts, 2025.

Devido à limitação de espaço, este trabalho se restringe a abordar alguns exemplos de aplicação de LLM no setor agrícola. Cabe ressaltar que a IA, de forma geral, representa um mecanismo valioso para a agricultura, mas seguramente ainda há vantagens na combinação de esforço entre os modelos LLMs e o ser humano. Apresentam-se a seguir três exemplos ilustrativos do potencial dos LLMs no campo: controle de pragas, gerenciamento e planejamento de culturas e saúde do solo.

Controle de pragas: uma aplicação em potencial para os LLMs na área rural é a identificação de riscos eminentes de pragas na plantação. Nesses casos, normalmente as imagens são capturadas por Veículos Aéreos Não Tripulados, geralmente um drone, e dependendo da arquitetura do sistema implantado, o monitoramento pode ocorrer em tempo real, visando a tomadas de decisão no menor espaço de tempo possível.

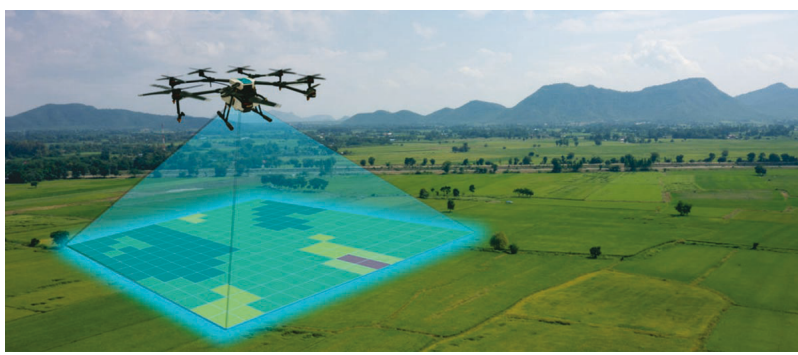
Com o propósito de exemplificar um possível cenário nesse contexto, a Figura 3 exibe uma imagem real de um inseto, a qual geralmente é capturada por um drone como o mostrado na Figura 4. A análise dos

dados extraídos da Figura 3, referentes ao inseto mostrado, utilizando o LLM Gemini 2.0 Flash da Google, é apresentada na Figura 5. Cabe ressaltar que esse tipo de imagem pode ser capturado e processado em tempo real, ou posteriormente, fazendo-se uso de bases históricas.

Figura 3 - Exemplo de praga na plantação

Fonte: Acervo dos autores.

Figura 4 - Drones coletando imagens



Fonte: Matos (2022).

O Quadro 2 detalha uma interação com a Inteligência Artificial Gemini. Ao ser solicitada a descrever uma figura, a ferramenta identificou um inseto marrom em formato de escudo pousado em uma folha verde. Com base em sua forma e coloração, e considerando a localização em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, a IA sugeriu que o inseto poderia ser um Dichelops furcatus (percevejo barriga-verde). Em uma segunda etapa, ao ser questionada sobre o risco para a plantação, a IA confirmou a provável identificação do *Dichelops furcatus*, alertando que esta espécie é uma praga significativa, capaz de causar danos consideráveis a culturas como milho, soja e trigo na região de Cuiabá.

Quadro 2 - Interação com o LLM Gemini 2.0 Flash

Solicitação: Descreva esta figura em no máximo 5 linhas
Resposta: A imagem mostra um inseto marrom, com formato de escudo, pousado sobre uma folha verde. O corpo do inseto possui algumas manchas mais escuras e um padrão texturizado. Suas antenas são finas e alaranjadas. A identificação precisa requer uma análise mais detalhada das características morfológicas, mas com base na forma geral e coloração, ***Dichelops furcatus*** (percevejo barriga-verde) é uma possibilidade a ser considerada na sua localização (Cuiabá, Mato Grosso, Brasil).

Solicitação: Há risco para a plantação? Limite a resposta a 5 linhas
Resposta: Sim, o inseto na imagem provavelmente é ***Dichelops furcatus***, conhecido como percevejo barriga-verde. Esta espécie é considerada uma praga importante para diversas culturas, incluindo milho, soja e trigo, causando danos significativos nas plantações na região de Cuiabá.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se pelos resultados do Quadro 2 que o LLM não apenas classificou a praga corretamente, mas também inferiu o perigo real que isso pode representar para a plantação. Cabe lembrar que o LLM não foi refinado com dados próprios do usuário, e, portanto, está usando o seu conhecimento aprendido durante o treinamento na grande massa de dados utilizada pelo seu desenvolvedor, o Google. Se integrado com outra aplicação específica para manter o monitoramento contínuo da plantação, essa resposta do LLM Gemini pode ser devidamente tratada, possibilitando que as ações necessárias à proteção da plantação ocorram de forma manual ou automática.

Esse mesmo experimento foi feito com o GPT-4-turbo, e o resultado divergiu da resposta obtida com o Gemin 4.0 Flash. Em vez de identificar o inseto como percevejo barriga-verde (Dichelops furcatus), o GPT-4-turbo o classificou como percevejo marrom (Euschistus heros). Essa divergência é compreensível devido à grande semelhança entre as duas espécies, cujas principais diferenças referem-se ao tamanho e à cor da barriga. Se houver um refinamento do modelo divergente, com mais dados locais, possivelmente o modelo será mais assertivo. No entanto, o que dever ser ressaltado neste caso é o fato de que os dois tipos de insetos são prejudiciais para a plantação, e os dois modelos de LLM utilizados determinaram exatamente isso.

Para ilustrar ainda mais o potencial das inteligências artificiais no agronegócio, um novo experimento foi conduzido com a IA GPT-4-turbo. Foi solicitado à ferramenta o desenvolvimento de um plano abran-

gente e sustentável de rotação de culturas para uma fazenda hipotética de 300 hectares, considerando-se as particularidades do clima de Cuiabá e a natureza do solo Latossolo, além das demandas de mercado e a sugestão de métodos de controle de pragas ambientalmente amigáveis. A resposta da IA, que delineia a análise do local e o planejamento da rotação de culturas para o primeiro ano, é detalhada no Quadro 3.

Quadro 3 - Interação com o LLM GPT-4-turbo

Solicitação: Desenvolva um plano abrangente de rotação de culturas para uma fazenda de 300 hectares com foco em práticas sustentáveis. Inclua culturas adequadas ao clima local, ao tipo de solo Latossolo e às demandas de mercado. Sugira também métodos de controle de pragas ambientalmente amigáveis.

Resposta:

Aqui está o plano para uma fazenda de 300 hectares, com foco em práticas sustentáveis:

1. **Análise do Local**
   - **Clima Local:** O clima predominante será levado em consideração para escolher culturas adaptadas a essas condições. Pode-se considerar temperaturas médias anuais, índices de precipitação e estações de seca.
   - **Tipo de Solo:** O Latossolo é um solo de alta fertilidade, bem drenado e com boa capacidade de retenção de água. Ele é adequado para uma grande variedade de culturas, mas o manejo correto da matéria orgânica será importante para manter sua qualidade.
2. **Rotação de Culturas**

A rotação de culturas deve ser planejada para melhorar a saúde do solo, otimizar o uso de nutrientes e reduzir a incidência de pragas e doenças. O ciclo de rotação sugerido pode ser o seguinte:

Ano 1

Culturas principais: Soja (leguminosa), milho e feijão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Gerenciamento e planejamento de culturas: nessa aplicação também os LLMs podem impulsionar significativamente os avanços na produção agrícola. O conhecimento amplo e constantemente atualizado dos LLMs potencializa soluções eficientes, inovadoras e rápidas nesse domínio. Um exemplo de uso dos LLMs nesse contexto é mostrado no Quadro 3, em que o usuário solicita ao ChatGPT um plano de rotação de culturas para uma fazenda com as especificações mostradas na referida figura (Weam, 2023). A resposta do LLM é extensa, mas, por concisão, apenas parte dela é mostrada na referida figura.

Quadro 4 - Interação com o LLM Gemini 2.0 Flash para solicitar um plano de melhoria do solo

Solicitação
"Gemini, atue como um especialista em saúde do solo. Analise os dados de composição do solo de uma fazenda de 500 hectares, com pH (solo): 6,0, Nitrogênio (N total): 25 mg/Kg, Fósforo (P-Mehlich-1): 10mg/Kg, Potássio (K- Mehlich-1): 120 mg/Kg, Matéria Orgânica: 2.2%. Forneça um plano detalhado de melhoria do solo com recomendações especificas de fertilizantes, emendas orgânicas e uma estratégia de rotação de culturas que melhore a fertilidade do solo".
Resposta:
Análise do Solo e Plano de Melhoria para Fazenda de 500 Hectares
Localização: Cuiabá, Estado de Mato Grosso
Área: 500 hectares
Data da Análise: 12 de maio de 2025
- **pH (solo):** 6.0 (Ligeiramente ácido)
- **Nitrogênio (N total):** 25 mg/kg (Baixo)
- **Fósforo (P-Mehlich-1):** 10 mg/Kg (Baixo)
- **Potássio (K-Mehlich-1):** 120 mg/Kg (Médio a Adequado, dependendo da cultura e teor da argila)
- **Matéria Orgânica (MO):** 2.2% (Baixo)

Interpretação Geral:
O solo da fazenda apresenta um pH ligeiramente ácido, o que geralmente é adequado para a maioria das culturas, mas pode influenciar a disponibilidade de alguns nutrientes. Os níveis de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica estão baixos, indicando a necessidade de intervenção para melhorar a fertilidade e a saúde geral do solo. O potássio apresenta um nível razoável, mas é importante monitorar e ajustar conforme a demanda das culturas.
Plano Detalhado de Melhoria do Solo:
O plano de melhoria do solo será abordado em três pilares principais: correção do pH (se necessário), aumento da disponibilidade de nutrientes e melhoria da estrutura e da atividade biológica do solo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse exemplo demonstra o nível de abrangência dos LLMs. O plano completo pode ser consultado usando-se a mesma descrição que consta no Quadro 4, a qual inclui informações extremamente pertinentes para o tipo de solo Latossolo, típico da região de Mato Grosso. O nível de detalhamento das recomendações do plano inclui: divisão da fazenda em ciclos, culturas selecionadas, justificativa das culturas, práticas sustentáveis adotadas, controle de pragas ambientalmente amigável, comercialização e demanda de mercado e resumo do benefício da rotação sustentável.

Saúde do solo: o terceiro exemplo mostrando o potencial dos LLMs na agricultura aborda a análise da saúde do solo, conforme exibido no Quadro 4. Nesse cenário, o LLM Gemini 4.0 Flash é solicitado a atuar como um especialista em saúde do solo, para analisar caraterísticas importantes do solo em questão, e recomentar correções que melhorem a sua fertilidade. O Quadro 4 foi adequada para mostrar mais detalhes da resposta do LLM. Nota-se, novamente, que o nível de conhecimento dos

LLMs é fantástico, pois a avaliação é bem profunda e as recomendações são aparentemente pertinentes. Nesse cenário também a resposta completa pode ser obtida inserindo-se a solicitação detalhada que consta no Quadro 4.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma visão geral dos Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) aplicados à agricultura moderna, conhecida também como Agricultura 4.0. Devido à complexidade e à amplitude do tema, a abordagem aqui adotada é introdutória, oferecendo uma perspectiva inicial sobre as possíveis aplicações e benefícios dos LLMs nesse contexto. Uma análise mais detalhada exigiria uma extensão considerável do conteúdo, o que excederia o escopo desta publicação.

Apesar dos avanços significativos da inteligência artificial no setor da agricultura aqui apresentados, em particular dos LLMs, ainda há muito a ser aprimorado. Nesse contexto, estima-se que gradativamente as diversas formas de dados da produção rural serão acrescentadas à base de treinamento dos LLMs, tornando-os cada vez mais eficientes e ágeis, o que certamente levará ao aumento da popularidade desses modelos no setor agrícola. Para que isso ocorra de forma consistente, não se pode esquecer de que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) também deverão ser disseminadas amplamente na área rural.

Vislumbra-se, portanto, um futuro dominado por tecnologias inteligentes avançadas no campo, impulsionando lavouras altamente eficientes, produtivas e sustentáveis. Acrescido a isso, espera-se também maior qualidade de vida para os trabalhadores rurais, bem como uma mão de obra mais treinada e motivada.

REFERÊNCIAS

AYDIN, Ömer; KARAARSLAN, Enis; ERENAY, Fatih Safa; BACANIN, Nebojsa. **Generative AI in Academic Writing:** A Comparison of DeepSeek, Qwen, ChatGPT, Gemini, Llama, Mistral, and Gemma. Elsevier BV, 2025.

CARBON BRIEF. **Rise in insect pests under climate change to hit crop yields, study says**. 2018. Disponível em: https://www.carbonbrief.org/rise-in-insect-pests-under-climate-change-to-hit-crop-yields-study-says/. Acesso em: 9 maio 2025.

ECOFRIENDLY COFFEE. **Butterfly Pollination inside Ecofriendly Indian Shade Coffee**. 2021. Disponível em: https://ecofriendlycoffee.org/butterfly-pollination-inside-ecofriendly-indian-shade-coffee/. Acesso em: 9 maio 2025.

HUANG, Dawei; YAN, Chuan; LI, Qing; PENG, Xiaojiang. From Large Language Models to Large Multimodal Models: A Literature Review. **Applied Sciences, Basel**, v. 14, n. 12, p. 5068, jun. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/app14125068.

INTELLIARTS. **How AI is Changing Agriculture:** 10 Real-World Use Cases. 2025. Disponível em: https://intelliarts.com/blog/ai-in-agriculture-use-cases/. Acesso em: 12 maio 2025.

JORGE, Lucio André de Castro *et al.* Inteligência artificial aplicada na agricultura de precisão e digital. In: **AGRICULTURA DE PRECISÃO**. São Carlos: Editora Cubo, 2024.

LI, Jiajia; XU, Mingle; XIANG, Lirong; CHEN, Dong; ZHUANG, Weichao; YIN, Xunyuan; LI, Zhaojian. **Large Language Models and Foundation Models in Smart Agriculture:** Basics, Opportunities, and Challenges. arXiv preprint arXiv:2308.06668, 2023. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2308.06668. Acesso em: 11 maio 2025.

LIU, Fei; KANG, Zejun; HAN, Xing. **Optimizing RAG Techniques for Automotive Industry PDF Chatbots:** A Case Study with Locally Deployed Ollama Models. arXiv preprint arXiv: 2408.05933, 2024. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2408.05933. Acesso em: 11 maio 2025.

MANGENA, Harsha. **Tools for LLM Tuning**. 2025. Disponível em: https://harshamangena.hashnode.dev/tools-for-llm-tuning. Acesso em: 11 maio 2025.

MATOS, David. **Aplicações e Técnicas de Machine Learning na Agricultura**. 2022. Disponível em: https://www.cienciaedados.com/aplicacoes-e-tecnicas-de-machine-learning-na-agricultura/. Acesso em: 12 maio 2025.

NAVEED, Humza; KHAN, Asad Ullah; QIU, Shi; SAQIB, Muhammad; ANWAR, Saeed; USMAN, Muhammad; AKHTAR, Naveed; BARNES, Nick; MIAN, Ajmal. **A Comprehensive Overview of Large Language Models**. arXiv, 2023. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2307.06435. Acesso em: 10 maio 2025.

RAIAAN, Mohaimenul Azam Khan; MUKTA, Md. Saddam Hossain; FATEMA, Kaniz; FAHAD, Nur Mohammad; SAKIB, Sadman; MIM, Most Marufatul Jannat; AHMAD, Jubaer; ALI, Mohammed Eunus; AZAM, Sami. A Review on Large Language Models: Architectures, Applications, Taxonomies, Open Issues and Challenges. **IEEE Access**, v. 12, p. 26839-26874, 2024. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3365742.

SUN, Chen; SHRIVASTAVA, Abhinav; SINGH, Saurabh; GUPTA, Abhinav. Revisiting Unreasonable Effectiveness of Data in Deep Learning Era. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER VISION (ICCV), 2017, Veneza, Itália. **Anais** [...]. Veneza: IEEE, 2017. p. 843-852. DOI: 10.1109/ICCV.2017.97.

TENYKS. Multimodal Large Language Models (MLLMs): Transforming computer vision. **Medium**, 5 fev. 2024. Disponível em: https://medium.com/@tenyks_blogger/multimodal-large-language-models-mllms-transforming-computer-vision-76d3c5dd267f. Acesso em: 12 maio 2025.

WEAM AI. **40 Best ChatGPT Prompts for Farming (Agriculture Prompting)**. 2023. Disponível em: https://weam.ai/blog/prompts/chatgpt-prompts-for-farming/. Acesso em: 12 maio 2025.

XIONG, Haoyi; BIAN, Jiang; LI, Yuchen; LI, Xuhong; DU, Mengnan; WANG, Shuaiqiang; YIN, Dawei; HELAL, Sumi. When search engine services meet large language models: visions and challenges. **IEEE Transactions on Services Computing**, v. 17, n. 6, p. 4558-4577, 2024. DOI: 10.1109/TSC.2024.3451185.

A INFLUÊNCIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA): CRIANDO NOVOS RUMOS PARA E COM A EDUCAÇÃO

Éder Gomes de Oliveira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
eder.oliveira@edu.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/4795835901085097

Resumo: Durante a pesquisa bibliográfica sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) nos cursos a distância e na educação como um todo, constatamos seus benefícios, limitações e os desafios enfrentados tanto por docentes quanto por estudantes. A IA oferece inúmeras vantagens, como a personalização do ensino, o retorno em tempo real, o acesso facilitado a conteúdos de alta qualidade e a otimização do processo de aprendizagem. Por outro lado, também apresenta alguns entraves, entre eles, a necessidade constante de atualização dos sistemas, a redução do contato humano e o risco de discriminação algorítmica. Um exemplo notável de uso eficaz da IA no contexto educacional é o *Watson Education* da IBM. Essa ferramenta promove a aprendizagem personalizada e colaborativa, possibilitando que os estudantes desenvolvam projetos interativos com acesso a feedback imediato. Além disso, auxilia os professores na identificação de lacunas no conhecimento dos alunos e no desenvolvimento de intervenções sob medida para suprir essas necessidades. Apesar das possibilidades promissoras, a implementação da IA na educação ainda impõe desafios significativos. Docentes e discentes precisam se adaptar às novas tecnologias, manter os sistemas atualizados regularmente e garantir a privacidade e a segurança dos dados envolvidos no processo. Dessa forma, é essencial que os profissionais da área estejam capacitados para enfrentar esses obstáculos e, ao mesmo tempo, maximizar os benefícios proporcionados pela IA visando a uma aprendizagem mais significativa e eficaz.
Palavras-chave: Tecnologia na educação. Processos de ensino e aprendizagem. Inovações pedagógicas. Modalidades de ensino presencial e online. Abordagens metodológicas de ensino.

Abstract: *During the bibliographic research on the application of Artificial Intelligence (AI) in distance learning courses and in education as a whole, we observed its benefits, limitations, and the challenges faced by both teachers and students. AI offers numerous advantages, such as the personalization of teaching, real-time feedback, facilitated access to high-quality content, and the optimization of the learning process. On the other hand, it also presents some obstacles, including the constant need to update systems, the reduction of human contact, and the risk of algorithmic discrimination. A notable example of the effective use of AI in the educational context is IBM's Watson Education. This tool promotes personalized and collaborative learning, enabling students to develop interactive projects with access to immediate feedback. Furthermore, it assists teachers in identifying gaps in students' knowledge and in developing tailo-*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-10

red interventions to address these needs. Despite the promising possibilities, the implementation of AI in education still poses significant challenges. Teachers and students need to adapt to new technologies, keep systems regularly updated, and ensure the privacy and security of the data involved in the process. Therefore, it is essential that professionals in the field are trained to face these obstacles and, at the same time, maximize the benefits provided by AI, aiming for more meaningful and effective learning.
Keywords: *Technology in education. Teaching and learning processes. Pedagogical innovations. In-person and online teaching methods. Methodological approaches to teaching.*

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem conquistado um espaço de destaque crescente no campo da educação, especialmente no ensino a distância. Ela consiste em um conjunto de algoritmos e técnicas que permitem às máquinas aprenderem com dados e experiências passadas, além de tomar decisões de forma autônoma.

Dentro desse contexto, é possível identificar várias vantagens da IA na educação, como a personalização do ensino, o fornecimento de *feedback* imediato, o acesso facilitado a conteúdos de alta qualidade e a melhoria do processo de aprendizagem como um todo. A personalização do ensino, por exemplo, é um diferencial relevante, já que cada aluno possui suas próprias necessidades e habilidades. A IA pode ajudar a adaptar o conteúdo educativo às características individuais de cada estudante, tornando a experiência de aprendizado mais eficaz e significativa.

No entanto, a utilização da IA na educação também traz desafios e possíveis desvantagens. Um dos maiores desafios é a necessidade de atualização constante dos sistemas, devido à rápida evolução tecnológica. É essencial acompanhar essas mudanças para garantir que a IA seja aplicada de forma eficiente no ambiente educacional. Além disso, questões relacionadas à privacidade e à segurança dos dados dos estudantes também preocupam, assim como o risco de discriminação algorítmica.

A aplicação prática da inteligência artificial na educação já é uma realidade em diversos exemplos de sucesso. Um caso emblemático é o Watson Education, desenvolvido pela IBM, que atua como uma plata-

forma voltada para a personalização e à colaboração no aprendizado. Por meio dela, os alunos podem se envolver em projetos interativos e receber uma resposta imediata.

Além disso, a ferramenta auxilia professores na identificação de lacunas no conhecimento de seus alunos, possibilitando intervenções pedagógicas personalizadas. No entanto, implementar a IA de forma eficaz na educação não é tarefa simples e apresenta desafios tanto para docentes quanto para estudantes. Os professores necessitam de adaptação às novas tecnologias, além de capacitação para utilizar essas ferramentas de maneira eficiente e produtiva. Isso também envolve o esforço constante para se manterem atualizados diante das rápidas mudanças tecnológicas. Por sua vez, os estudantes precisam ser preparados para operar esses recursos baseados em IA, ao mesmo tempo que assimilam as transformações no processo educacional tradicional.

Dentro desse contexto, é indiscutível que a IA tem o potencial de trazer inúmeros benefícios para a educação, especialmente no ensino a distância. A capacidade de personalizar o aprendizado de acordo com as necessidades específicas de cada aluno torna o processo educacional mais significativo e eficiente. Contudo, é fundamental estar atento aos desafios e às possíveis limitações relacionadas a essa aplicação.

Entre os desafios mais críticos estão a necessidade de atualização contínua dos sistemas, considerando o ritmo acelerado das inovações tecnológicas, e a preservação da privacidade e segurança dos dados dos alunos. Há ainda o risco de discriminação algorítmica, que deve ser combatido com um desenvolvimento ético e responsável das tecnologias empregadas. Resumidamente, a IA pode, sim, transformar profundamente o ensino e facilitar a aprendizagem, desde que sua implementação ocorra de maneira planejada, consciente e ética. O equilíbrio entre aproveitar os benefícios e mitigar os impactos negativos será crucial para o futuro da educação.

1. DESENVOLVIMENTO

Costa, Filho e Bottentuit (2019) detalham a aplicação da IA no design instrucional e nas avaliações de aprendizagem, evidenciando o

potencial da inteligência artificial para otimizar a criação de materiais didáticos mais adaptáveis às necessidades dos alunos e para desenvolver métodos de avaliação mais eficientes e personalizados.

Em seu trabalho, os autores exploram como a IA pode ser utilizada para analisar dados de aprendizagem, identificar padrões de dificuldade e, consequentemente, sugerir estratégias de ensino mais eficazes e intervenções pedagógicas direcionadas. Além disso, discutem o uso da IA na elaboração de atividades avaliativas que ofereçam *feedback* mais rápido e específico, contribuindo para um acompanhamento mais individualizado do progresso dos estudantes.

A análise de Costa, Filho e Bottentuit (2019) ressalta tanto as oportunidades quanto os desafios da integração da IA nesses aspectos cruciais da educação a distância e do ensino em geral, oferecendo insights valiosos para educadores e designers instrucionais interessados em explorar o potencial transformador dessa tecnologia.

Outro diferencial relevante está na abordagem dos desafios éticos e técnicos. Costa, Filho e Bottentuit (2019) ressaltam como a IA pode ajudar a gerenciar grandes volumes de dados gerados pelos ambientes virtuais de ensino, enquanto Vicari (n.d.) enfatiza questões relacionadas à ética, transparência e proteção de dados estudantis, destacando a necessidade de salvaguardar a privacidade dos usuários.

Ambas as contribuições convergem na importância da IA para a personalização do ensino e para aumentar a eficácia do processo educativo. Todavia, cada obra aprofunda diferentes dimensões da aplicação dessa tecnologia no âmbito educacional.

Complementando essas discussões, Pereira (2018) ressalta o crescente impacto da IA tanto na sociedade quanto no setor educacional. Segundo ele, a IA não apenas melhora a aprendizagem e experiência dos estudantes, mas também aprimora a eficiência e produtividade dos educadores. No caso específico dos cursos a distância, suas aplicações incluem monitoramento de desempenho acadêmico, personalização das estratégias pedagógicas e análise de grandes volumes de dados que permitem identificar padrões e tendências no aprendizado.

Em síntese, o uso de IA na Educação é tanto promissor quanto desafiador, exigindo uma combinação equilibrada entre inovação tecnológica e atenção aos aspectos éticos para promover um ambiente de aprendiza-

gem mais eficiente e inclusivo. Nessa perspectiva, Vacari (n.d., p. 2) argumenta que: "A Inteligência Artificial pode ser usada para personalizar o ensino e aprendizagem, levando em conta as preferências e dificuldades de cada aluno, além de fornecer feedbacks mais precisos e imediatos".

Dentre os benefícios da inteligência artificial na educação a distância, sobressaem-se a capacidade de personalizar o ensino de acordo com o ritmo e o estilo de aprendizagem de cada aluno, aprimorar a avaliação de desempenho e detectar dificuldades em tempo real. Além disso, a IA contribui para otimizar a comunicação e a interação entre estudantes e professores. Contudo, existem também limitações e desafios, como o elevado custo de investimento em tecnologia, o risco de vieses ou falhas na interpretação dos dados, e a necessidade de qualificar os professores para utilizar essas ferramentas de forma eficaz.

Diversos marcos ao longo da história da *Deep Learning* têm desempenhado papéis fundamentais no avanço dessa área. Em 1943, Warren McCulloch e Walter Pitts apresentaram o modelo de neurônio artificial, inspirado na estrutura do cérebro humano, que abriu caminho para o desenvolvimento das redes neurais artificiais. Mais tarde, em 1958, Frank Rosenblatt criou o Perceptron, considerado um dos primeiros modelos funcionais de rede neural artificial. Avançando para 1986, Geoffrey Hinton, David Rumelhart e Ronald Williams propuseram o algoritmo de *backpropagation*, essencial para o treinamento de redes neurais com várias camadas, ampliando significativamente suas capacidades.

Um marco revolucionário ocorreu em 2012, quando Alex Krizhevsky e sua equipe venceram o ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) com a AlexNet. Essa rede neural profunda transformou o campo do reconhecimento de imagens e redefiniu os rumos da pesquisa em inteligência artificial. Posteriormente, em 2017, o AlphaGo, criado pela DeepMind, demonstrou o poder da Deep Learning ao derrotar Lee Sedol, campeão mundial de Go, em um feito que destacou a potencial aplicação de redes neurais em jogos altamente complexos. Já em 2020, foi lançado o GPT-3, um modelo desenvolvido pela OpenAI capaz de gerar textos incrivelmente criativos e realistas, impressionando o mundo com seu nível de sofisticação. Desde 2022, versões mais avançadas como o ChatGPT-4 têm oferecido melhorias substanciais em sua capacidade de interação e raciocínio, enquanto outras orga-

nizações lançam modelos similares para acompanhar a crescente corrida por inovação.

Dada a relevância da inteligência artificial (IA) e sua integração cada vez mais frequente no cotidiano, seu impacto na área educacional é notável, especialmente se utilizada como suporte ao processo de ensino e aprendizagem. Segundo Oliveira Figueiredo (2023), a aplicação da IA na educação combina duas áreas principais: a ciência da computação e as ciências da aprendizagem. Essa convergência envolve múltiplos campos do conhecimento, como Psicologia, Ciência Cognitiva, Antropologia, Linguística e Neurociência, buscando compreender o processo educativo em toda sua complexidade.

No contexto educacional, a inteligência artificial tem dois propósitos principais: um objetivo educacional, que investiga como e quando ocorre o aprendizado com a intenção de orientar melhorias nas práticas pedagógicas; e um objetivo tecnológico, que prioriza o desenvolvimento de ambientes adaptativos de aprendizagem, proporcionando experiências personalizadas e eficazes para os alunos. Sob essa perspectiva, a IA na educação pode ser descrita como um sistema computacional projetado para interagir com o ecossistema educacional – integrado por participantes, recursos pedagógicos e abordagens diversas. Essa interação inclui ferramentas como chatbots educacionais baseados em Processamento de Linguagem Natural (PLN), que possibilitam conversas com os usuários. No âmbito escolar, esses programas poderiam ser empregados para resolver as dúvidas dos estudantes de forma ágil e acessível a qualquer momento e lugar.

Vale destacar que a inteligência artificial já tem desempenhado um papel significativo como tutor e organizador de informações em ambientes virtuais de diversos centros universitários. Nesse contexto, acredita-se que a tecnologia educacional, incluindo a IA, pode tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, além de agilizar o tempo de resposta dos tutores. Um claro exemplo disso é o uso de chatbots, ferramentas que permitem respostas instantâneas às dúvidas dos alunos, promovendo um processo de aprendizagem mais rápido e eficiente. Esse modelo favorece maior aproveitamento do tempo dedicado aos estudos, já que muitas questões são resolvidas imediatamente, permitindo que o aluno avance em seu aprendizado sem interrupções.

Além de beneficiar os alunos, os chatbots ajudam a reduzir a sobrecarga dos tutores. Ao tratar dúvidas comuns e repetitivas, eles liberam os profissionais para atender questões mais complexas com maior atenção e qualidade. Esse equilíbrio contribui não apenas para o desempenho acadêmico dos estudantes, mas também para uma gestão mais eficiente do trabalho docente.

Outra utilidade dos chatbots é sua capacidade de atuar na organização e assistência das tarefas acadêmicas. Eles podem enviar notificações sobre prazos, reunir informações relevantes para o contexto de aprendizagem, processá-las e apresentar sugestões personalizadas para o aprimoramento do estudo. Além disso, esses sistemas são capazes de interpretar os objetivos de aprendizado dos estudantes por meio da análise de dados provenientes de diversas fontes, como sensores em tempo real ou acervos de bibliotecas nacionais e internacionais.

De acordo com Santaella (2023), as responsabilidades dos professores vão muito além da transmissão de conteúdo especializado. A carga de trabalho inclui atividades como a elaboração de aulas, produção de tutoriais e avaliação individualizada dos alunos. Por isso, é imprescindível um processo contínuo de formação e aperfeiçoamento por parte desses profissionais, principalmente no âmbito das tecnologias educacionais, que demandam múltiplas visões e abordagens inovadoras.

Considerando essas necessidades, o chatbot pode ser uma ferramenta valiosa tanto para apoiar os alunos quanto para auxiliar os educadores. Ele pode assumir tarefas repetitivas, enviar notificações importantes, reunir informações relevantes e responder aos questionamentos frequentes dos estudantes. Também pode sugerir novas oportunidades de aprendizagem ou indicar cursos para os professores, ajudando a otimizar tempo e recursos no processo ensino-aprendizagem.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta para o artigo científico sobre inteligência artificial no contexto da cultura digital e os desafios na educação baseia-se em uma revisão bibliográfica detalhada. O objetivo é identificar na literatura conceitos que evidenciem a relevância da IA na educação, considerando o impacto e as dinâmicas da cultura digital, além de investi-

gar o uso prático de ferramentas de IA por educadores e instituições de ensino. Para isso, será adotada uma abordagem qualitativa.

Segundo Minayo (2003), a pesquisa qualitativa possibilita um aprofundamento no universo dos significados das ações e relações humanas, ampliando a compreensão do tema investigado. Já Marconi e Lakatos (2001) definem a pesquisa bibliográfica como um levantamento de fontes já publicadas, incluindo artigos científicos, livros, teses e dissertações, fornecendo uma base sólida para o estudo.

Nesse percurso metodológico, a leitura flutuante sugerida por Bardin (2016) será aplicada. Trata-se de um processo que permite estabelecer um primeiro contato com os documentos analisados, possibilitando uma imersão no texto e na sua estrutura, orientada por impressões iniciais e direcionamentos do conteúdo relevante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde seu início, a Inteligência Artificial (IA) tem exercido um papel fundamental no avanço da ciência e da inovação. Sua contribuição para a criação de novos conceitos de interação e comunicação fortalece a conexão entre a Engenharia da Computação e os aspectos científicos relacionados à aprendizagem e ao campo da ciência de dados, promovendo melhorias significativas nas práticas educacionais. A evolução histórica da IA frequentemente se entrelaça com a trajetória da educação tecnológica, sendo amplamente conhecida como parte integrante da história da Inteligência Artificial na Educação (IAEd).

Buchanan e Smith (1988) observam que as primeiras ferramentas de IA foram aplicadas ao ambiente educacional como parte de iniciativas experimentais e inovadoras, destinadas a aprimorar métodos de ensino e aprendizado dentro de centros de pesquisa e universidades. Com enorme potencial, a IA promete transformar a educação em diversas frentes, incluindo desde a personalização do aprendizado até a democratização do acesso educacional. Cientificamente, seu papel na educação preocupa-se em analisar e replicar processos de ensino e aprendizagem, incorporando sistemas inteligentes de tutoria capazes de avaliar e melhorar o desempenho dos alunos.

Nesse contexto, ferramentas avançadas de análise de dados têm sido frequentemente utilizadas para compreender os processos educacionais e replicá-los por meio de especialistas na criação de novas metodologias. Além de estabelecer metas inovadoras, essas tecnologias também possibilitam o desenvolvimento de instrumentos direcionados tanto para o professor quanto para o aluno, promovendo uma experiência mais centrada no usuário. Santaella (2023) destaca como a ciência atua como uma espécie de psicologia computacional que contribui para aprimorar práticas e oportunidades educacionais.

No campo da Engenharia Aplicada à IA na Educação, o avanço tecnológico trouxe uma ampla gama de conquistas, desde as redes semânticas de Carbonell até os recentes progressos em técnicas de aprendizagem automática. Essas abordagens incluem também ferramentas destinadas aos gestores educacionais, ampliando sua utilidade para toda a cadeia do sistema educacional. Compreender as etapas históricas da IAEd é essencial para entender seu desenvolvimento ao longo do tempo. Nas primeiras décadas, sua aplicação focava na modelagem de técnicas de aprendizagem; posteriormente, o foco mudou para como o aprendizado acontece, recriando artificialmente redes neurais inspiradas nos processos cognitivos do cérebro humano. Essa mudança foi fortemente influenciada pelos avanços da neurociência.

A partir dessa perspectiva, surgiu o Deep Learning, que possibilita o reconhecimento de padrões complexos e múltiplos com capacidade de aprender diretamente dentro da própria rede neural. Alguns pesquisadores atribuem à década de 1980, chamada de "inverno da IA", a consolidação do campo da IAEd como uma área independente, marcada por inspiração na neurociência. Vicari (n.d., p. 5) acredita que essa transição foi motivada pelo excesso de otimismo inicial seguido por grandes fracassos e cortes orçamentários, que levaram à busca por novas direções e paradigmas. Nesse mesmo período, apesar das adversidades, surgiram avanços importantes que prepararam o caminho para o futuro da educação tecnológica.

Já na década de 1990, desenvolvimentos notáveis continuam surgindo. Entre eles está o lançamento do supercomputador CM-5 pela Thinking Machines Corporation, que adotou uma arquitetura paralela para processar grandes volumes de dados simultaneamente. Em 1997, o

Deep Blue da IBM derrotou o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov, enquanto a Dragon Systems revolucionou o mercado com o Naturally Speaking, primeiro programa comercial de reconhecimento de voz. Ainda nessa década, em 1998, a Google foi fundada, marcando um evento crucial no cenário tecnológico global.

Nos anos 2000, considerados um "renascimento da IA", técnicas avançadas como aprendizado de máquina e o Deep Learning começaram a ganhar destaque por sua capacidade de aprender com grandes conjuntos de dados e tomar decisões complexas. Montini (2021) argumenta que o crescimento nas interações homem-máquina tornou a IA mais integrada à vida cotidiana por meio de interfaces intuitivas como assistentes virtuais e chatbots. Esse progresso foi amplificado pela disseminação rápida da internet, que promoveu sua universalização e trouxe avanços em largura de banda e velocidade. Essa infraestrutura permitiu que sistemas de IA explorassem volumes maiores de dados com maior eficiência.

Para Paiva (2024), a partir dos anos 2000 dá-se início a um novo capítulo na história da IA. Com o acesso massivo à informação aliado à capacidade de processamento em alta velocidade, novas fronteiras foram abertas, incluindo modelos mais sofisticados de robótica autônoma. O impacto das transformações na educação e tecnologia promovidas pela IA continua moldando os caminhos do aprendizado e suas possibilidades futuras.

A Aprendizagem Profunda, conhecida como Deep Learning, tem suas origens nos estudos sobre redes neurais artificiais, iniciados na década de 1940. Apesar disso, o campo começou a ganhar maior destaque apenas nas últimas décadas, especialmente a partir de 2012, impulsionado por três fatores principais:

1. **Maior disponibilidade de dados:** com a expansão da internet e a digitalização acelerada de informações, surgiu um volume imenso de dados acessíveis para pesquisa. Essa abundância permitiu o treinamento de redes neurais mais complexas, aumentando sua capacidade de aprendizado.

2. **Avanços nas técnicas de aprendizado de máquina:** o progresso significativo na pesquisa em inteligência artificial trouxe novos algoritmos e abordagens de otimização, que tornam o treinamento das redes neurais mais eficaz e eficiente.

3. **Crescimento da capacidade computacional:** o poder de processamento dos computadores sofreu um aumento exponencial, viabilizando os cálculos intensivos necessários tanto para o treinamento quanto para a execução dos modelos de Deep Learning.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, muitos profissionais de diferentes áreas enfrentam dificuldades para operar tecnologias, mesmo em um mundo amplamente imerso na cultura digital. Na educação, esse cenário também se reflete, com a resistência ao uso, apropriação e aplicação de ferramentas tecnológicas em sala de aula sendo um dos grandes desafios entre educadores. O professor, enquanto figura central e de autoridade no ambiente educacional, desempenha um papel crucial na iniciativa de adotar novas metodologias. Assim, torna-se relevante pensar em estratégias para reduzir o hiato entre o conhecimento tecnológico disponível e sua aplicação prática no processo pedagógico, ao mesmo tempo que se investe no desenvolvimento das competências do próprio educador.

Para que os avanços tecnológicos sejam mais efetivamente incorporados à educação, é fundamental refletir e analisar quais elementos poderiam ser introduzidos no aprendizado relacionado à tecnologia. Um exemplo é a computação ubíqua, caracterizada por sua presença integrada e acessível, que se destaca por ser inclusiva e democrática. Para superar a resistência ao uso dessas tecnologias, uma alternativa seria disponibilizar recursos simples e familiares, como ferramentas acessíveis nos próprios celulares dos professores. Essas ferramentas possuem interfaces amigáveis, intuitivas e de fácil manuseio. Além disso, podem incorporar características de aprendizado natural já embutidas na tecnologia, respeitando os princípios da computação ubíqua.

A integração dessas ferramentas com tecnologias de Computação Cognitiva traz um diferencial significativo. Por meio de recursos como inteligência artificial, reconhecimento de padrões e voz, aprendizado de máquina e análise afetivo-sentimental, é possível capturar dados contextuais e oferecer feedbacks personalizados e relevantes. Esses mecanismos

auxiliam diretamente o professor no gerenciamento da sala de aula, contribuindo para uma experiência didática mais interativa e produtiva.

Na era da cibercultura, é imprescindível considerar as ferramentas de inteligência artificial como agentes agregadores no campo educacional. Aplicações como chatbots estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, funcionando como exemplos práticos da computação cognitiva. Uma das grandes vantagens desses assistentes virtuais é sua simplicidade operacional, uma vez que podem ser usados com comandos de voz ou texto em linguagem natural – muitas vezes informal. Dessa forma, o uso de chatbots tem o potencial de proporcionar um impacto positivo tanto no aperfeiçoamento docente quanto no desenvolvimento dos alunos, empregando tecnologias que já fazem parte de sua rotina, seja em casa ou na escola.

Outro aspecto relevante é a evolução dos navegadores e browsers na criação de portais educacionais. Atualmente, esses ambientes virtuais integrados vêm sendo amplamente adotados por diferentes instituições de ensino, trazendo dinâmica e praticidade para processos pedagógicos. Paralelamente, a era da Internet das Coisas (IoT) tem consolidado seus paradigmas com aplicações diversas.

Nesse contexto, conclui-se que a incorporação da inteligência artificial na educação ainda representa um grande desafio para nossas estruturas educacionais. No entanto, ela pode ser vista como uma aliada poderosa para o desenvolvimento de uma educação mais eficaz e moderna, capaz de engajar professores e alunos enquanto atende às demandas de uma sociedade cada vez mais conectada. Outro passo essencial seria idealizar a implementação prática dessas ferramentas, como a aplicação específica de chatbots em turmas do Ensino Médio. Comparar os resultados obtidos com grupos que utilizam a tecnologia versus aqueles que não utilizam pode oferecer insights valiosos sobre o impacto desses recursos na rotina acadêmica e na eficiência do aprendizado.

REFERÊNCIAS

BUCHANAN, B. G.; SMITH, R. G. **Fundamentals of Expert Systems**. Working Paper, March 1988.

COSTA, M. J. M.; FILHO, J. C. F.; BOTTENTUIT JÚNIOR, J. B. Inteligência Artificial, blended learning e educação a distância: contribuições da IA na aprendizagem on-line a distância. **TICs & EaD em Foco**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: https://www.uemanet.uema.br/revista/index.php/ticseadfoco/article/view/428. Acesso em: 02 abr. 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MINAYO, M.C. de S. (org.) **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 22. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

MONTINI, A. A. A integração da IA no cotidiano. **Revista de Tecnologia e Sociedade**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 45-58, 2021.

OLIVEIRA FIGUEIREDO, Leonardo *et al.* Desafios e impactos do uso da InteligênciaArtificial na educação. **Educação Online**, v. 18, n. 44, p. e18234408-e18234408, 2023.

PAIVA AC. **Estudo da Inteligência Artificial**. UFMA 3. ed. 2024.

PEREIRA, A. C. P. O uso da inteligência artificial na educação: possibilidades e limitações. **Revista de Inovação, Tecnologia e Educação**, São Paulo, v. 5, n. 1, jan./jun. 2018. Disponível em: https://revistaeixo.ifsp.edu.br/index.php/RTE/article/view/273/197. Acesso em: 09 abr. 2025.

SANTAELLA, Lucia. **A Inteligência Artificial é Inteligente?** São Paulo: Almedina, 2023.

VICARI, R. M. **Inteligência Artificial aplicada à Educação**. [S. l.], [n. d.]. Disponível em: https://ieducacao.ceie-br.org/inteligenciaartificial/. Acesso em: 14 abr. 2025.

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO SUPORTE DIDÁTICO PARA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Wilson Conciani
Pesquisador da Fundação Getúlio Vargas
concianiw@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/7963414625844731

Resumo: Este texto apresenta um apanhado de conceitos da inteligência artificial, bem como algumas ferramentas que usam essa tecnologia na educação. As tecnologias mencionadas são principalmente aplicadas em educação a distância. Contudo, aos poucos, as tecnologias de inteligência artificial vão sendo incorporadas como recursos didáticos nas salas de aula. A educação carece de algumas dessas ferramentas para tornar o processo formativo mais seguro e mais prático de modo seguro para os estudantes. Esse é o caso das ferramentas de realidade aumentada e dos robôs. Por outro lado, é preciso reconhecer que diversas delas já estão em uso e não são reconhecidas como tal. Nesse campo estão as plataformas de busca e os redatores eletrônicos colaborativos. Os educadores em geral assumem como inexorável o uso da inteligência artificial, mas relatam como indispensável a mediação docente e capacitação para uso adequado das ferramentas disponíveis.
Palavras-chave: Educação profissional. Inteligência Artificial. Educação mediada por tecnologias.

Abstract: *This text presents a summary of artificial intelligence concepts as well as some tools that use this technology in education. The technologies mentioned are mainly applied in distance education. However, artificial intelligence technologies are gradually being incorporated as teaching resources in classrooms. Education needs some of these tools to make the educational process safer and more practical for students. This is the case with augmented reality tools and robots. On the other hand, it is necessary to recognize that several of these tools are already in use and are not recognized as such. In this field, we can include search platforms and collaborative electronic writers. Educators in general assume that the use of artificial intelligence is inevitable, but they report that teacher mediation and training for the appropriate use of the available tools are essential.*
Keywords: *Professional education. Artificial Intelligence. Technology-mediated education.*

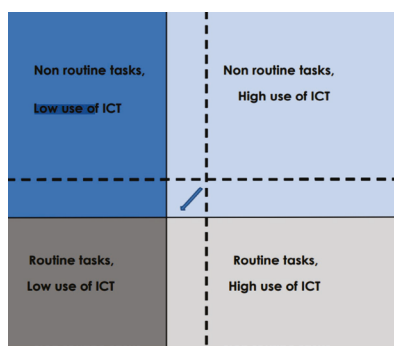
DOI: 10.29327/2686685.1.4-11

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 O avanço da digitalização na sociedade

O avanço das Tecnologias da Informação (TIC) na sociedade é inegável. A digitalização da sociedade foi assunto da palestra de Van Damme (2018) na Conferência Mundial da Educação Profissional, realizada em Melbourne. Van Damme apresenta a Figura 1 para ilustrar sua afirmação. Essa figura representa um quadrado com quatro partes iguais, separadas por linhas tracejadas. Cada uma dessas partes mostra uma situação do trabalho e da relação com as tecnologias da informação. Os quadrantes representam: atividades de rotina (parte inferior do quadro total); atividades não rotineiras (lado superior do quadro total). O lado direito do quadro total trata das atividades com elevado uso de tecnologias da informação. O lado esquerdo do quadro total mostra as atividades com baixo uso de tecnologias da informação. As diferentes cores usadas nos quadrantes ilustram o deslocamento em direção ao aumento do uso das atividades de tecnologias da informação. Assim, pode-se observar que há um aumento do uso de TIC mesmo nas atividades não rotineiras. Isto é, o uso das tecnologias da informação em todas as áreas da vida social. Van Damme chama a atenção para o fato de que a leitura, o cálculo, a criação de figuras e mesmo a interpretação dessas informações usam as tecnologias da informação.

Figura 1 - Aumento das atividades de TIC na vida em sociedade



Fonte: Van Damme, D. Preparing for the skills future, now. Oppening Cerimony of World Conference of Professional Education, Melbourne (2018).

Rauber *et al.* (2022), ao tratarem da questão da digitalização da sociedade, trazem o contexto da economia GIG ou da uberização do trabalho. Esses termos tratam dos impactos da digitalização na vida em sociedade. Aqueles autores mostram que as ferramentas digitais levaram à individualização do trabalho. Assim, as diversas plataformas digitais de prestação de serviços rompem com o formato tradicional de prestação de serviços. Essas plataformas permitem que qualquer pessoa de qualquer lugar da Terra possa prestar um serviço com o mesmo sistema, padrão e condições. Isto é, o usuário sempre estará familiarizado com o sistema e sabe o que esperar. Além disso, é possível comprar um serviço ou um bem em qualquer lugar sem que necessariamente se esteja presente.

Ainda, Rauber *et al.* (2022) também tratam das dificuldades que surgem com essas plataformas. Essa digitalização também traz alguns problemas sociais e econômicos. Dentre os problemas mais comuns estão as práticas de estelionato em nome das plataformas e a precarização do trabalho. Essa precarização se dá pela ausência de qualquer dispositivo de seguridade social. Os trabalhadores que usam essas plataformas não têm qualquer relação trabalhista que não a venda de um serviço de gestão de agendas e oferta de oportunidades. Isso os coloca na dependência total dos serviços de apoio social do Estado.

2. CRÍTICAS AO USO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

O uso de ferramentas de tecnologia da informação nos processos educacionais tem sido alvo de grandes controvérsias. Um grupo de educadores vê como inexorável a transferência do processo de formação de pessoas para os meios digitais, inclusive a educação a distância. Outro grupo de pessoas argumenta que a digitalização dos processos educacionais reduz a qualidade do processo educacional, limitando a capacidade de pessoas de aprender com autonomia.

Souza (2016) traz uma ampla defesa do uso das TIC na educação. Um dos argumentos de Souza para essa defesa é o potencial da inclusão social dessas ferramentas. A interação entre alunos e professores não precisa se restringir ao horário da aula, ela pode seguir em grupos de estudo,

videoconferências, clipes, filmes, a coprodução de materiais e tantas outras ferramentas digitais que potencializam a aprendizagem.

Pereira e Oliveira (2012) fazem uma análise crítica do uso das TIC na educação. As autoras mostram que as TIC são bem-vindas, porém trazem algumas dificuldades. Dentre elas, estão a deficiência de formação docente para uso destas tecnologias; o acesso às tecnologias pelas escolas e pelos estudantes; o grande número de publicações sem avaliação adequada para serem expostas aos estudantes, levando a erros graves de formação científica e cultural.

As discussões sobre o impacto do uso de telas digitais têm abordado diversas perspectivas, desde o processamento cerebral de informações até os aspectos psicológicos e sociais envolvidos.

Um dos pontos de crítica levantados refere-se ao declínio no volume de leitura tradicional. Pessoa (2024) destaca que o uso de telas está associado a uma diminuição da leitura de materiais estruturados, como livros e jornais. Em contrapartida, há um aumento na navegação em redes sociais, plataformas de vídeo e outras formas de interação eletrônica.

Autores como Heuvel *et al.* (2019) destacam o atraso no desenvolvimento neurolinguístico de crianças que usam telas de celulares, tablets e computadores. Segundo esses autores, isso se dá pela forma com que a informação vinda por meio de telas é processada no cérebro. O artigo de Heuvel *et al.* (2019) se limita a crianças muito jovens. Contudo, outros artigos têm relatado os mesmos prejuízos em crianças e adolescentes, sobretudo quando os abusos na utilização ocorrem no processo educacional (Charis, 2024).

3. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Vicari (2018) cita que o termo inteligência artificial foi cunhado em 1956 por J. McCarthy, um dos fundadores da área. A ideia por trás desse título é que as máquinas possam aprender a realizar tarefas de modo autônomo. Isso é, que as máquinas tenham inteligência. "Do ponto de vista simbólico, pode ser definida como a arte de se construir programas que se adaptem e aprendam, com a finalidade de prolongar o seu ciclo de vida" (Vicari, 2018, p. 13).

Cabe salientar que o cumprimento dessa ideia de realização de tarefas, que em princípio os humanos fazem melhor, exige uma interação entre muitas áreas de conhecimento. Dentre elas, estão a Filosofia, a Psicologia, a Matemática, a Lógica, a Biologia, a Ciência da Computação, dentre outras. Um passo importante nesse desenvolvimento foi o uso da neurociência. Dela se passou à utilização de redes neurais em ciência da computação. Os anos 1990 trouxeram grandes desenvolvimentos nessa área, inclusive empregando conceitos de física do contínuo e dos fractais.

4. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO

O uso da inteligência artificial na educação tem diversas vertentes. As duas mais comuns são seu emprego na gestão escolar e dos processos educacionais e sua utilização em sala de aula como ferramenta didática. O Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2019) defende esses dois eixos como os principais usos da inteligência artificial na educação. Trabalhos como os de Pereira *et al.* (2024) relatam as conquistas e desafios da implementação da inteligência artificial na gestão escolar. Esses autores usaram a inteligência artificial para avaliar a oferta de educação profissional e fazer um prognóstico de oferta futura para cursos dessa modalidade.

Giraffa e Santos (2023) defendem que a inteligência artificial aplicada à educação é um campo de conhecimento que agrega a ciência da computação e a ciência da aprendizagem. Esse campo de conhecimento tem dois grandes objetivos: a) compreender como e quando acontece o aprendizado, fornecendo subsídios para aprimorar as práticas educacionais; e b) promover o desenvolvimento de ambientes adaptativos de aprendizagem, de forma personalizada e eficaz.

Vicari (2018) relata que as possibilidades de uso da inteligência artificial na aprendizagem passam pelos Sistemas Tutores Inteligentes Afetivos (STIs), os *Learning Management Systems* (LMSs), a Robótica Educacional Inteligente e os *Massive Open Online Courses* (MOOCs), no que se refere à *Learning Analytics* (LA). Contudo, há que se compreender que cada uma dessas aplicações utiliza diferentes formas e técnicas de inteligência artificial.

Vicari (2018) associa o uso da inteligência artificial na educação com autoinstrução e com educação a distância. Apesar disso, reconhece diver-

sas outras possibilidades. Ainda, cita as seguintes possibilidades e usos da inteligência artificial na educação (sob a forma de palavras-chaves):

- *Intelligent Tutoring Systems* (ITSs) – esses sistemas são principalmente aplicados na personalização de programas de aprendizagem. Em 2018 o MEC lançou uma plataforma de reforço escolar, que ficou conhecida como Mecflix, empregando essa tecnologia.
- *Affective Intelligent Tutor Systems* – esse sistema é considerado uma evolução do anterior por reconhecer as emoções estudantis e inclusive gerar reações afetivas para uma melhor interação entre tutor e estudantes.
- *Collaborative Learning* – um sistema que permite o trabalho colaborativo entre estudantes e professores com interações mais intensas e frequentes.
- *Serious games* – são jogos eletrônicos com o objetivo de treinar pessoas para determinadas tarefas ou técnicas, trata-se de uma evolução das didáticas lúdicas e dos jogos educacionais.
- *Robotics and Intelligence* – alguns robôs que são treinados para uso em sala de aula ou que podem ser programados na sala de aula e permitem a interação entre máquinas e pessoas para um melhor aprendizado.

O trabalho de Vicari (2018) explora em detalhes cada uma dessas possibilidades anteriormente expostas. Apesar desses sistemas educacionais, existem outras aplicações de inteligência artificial que foram incorporadas às práticas educacionais cotidianas e que não são reconhecidas como tal. Dentre essas técnicas de inteligência artificial estão as plataformas de trabalhos colaborativos, como o Google Office®. A correção automática de erros gramaticais e a geração de palavras para textos técnicos e científicos também são estratégias de inteligência artificial não exploradas ou não reconhecidas. A busca de textos didáticos ou técnicos, a realização de simulações de cenários e de máquinas para uso em sala de aula são também recursos de inteligência artificial.

Um caso de sucesso da aplicação da inteligência artificial na aprendizagem de línguas estrangeiras é o Duolingo®. Essa plataforma avalia o desempenho do estudante, oferecendo alternativas personalizadas de exercícios. Isso é, cada estudante pode ter seu próprio ritmo de aprendizagem. Esse é um exemplo de uso da tecnologia ITS em sala de aula.

Outro aplicativo bem conhecido é o Mathway®. A matemática é uma das disciplinas com maior número de estudantes com baixo desempenho. O aplicativo mencionado recebe a descrição do problema e gera um roteiro de solução detalhado para que o estudante tire suas dúvidas e veja onde está errando. Esse é um uso para tecnologia de robôs em sala de aula.

Giraffa e Santos (2023) também relatam o uso de realidade aumentada em sala de aula, citando como exemplo dessas aplicações as visitas técnicas em museus e em outros locais de difícil acesso. Na mesma linha de pensamento, a exploração a locais distantes ou que representem riscos para os estudantes pode ser feita por visitas virtuais. Nessa categoria, a educação profissional tem muito a explorar. Visitas técnicas em frentes de lavras, caldeirarias e obras de arte especiais são especialmente caras e arriscadas. Essas visitas em realidade aumentada permitem preparar os estudantes para os riscos e cuidados a serem enfrentados, reduzindo a margem de problemas.

A manipulação de máquinas de solda, vasos de pressão, máquinas térmicas e elétricas é outro campo de aplicação para a realidade aumentada. Nesse caso, antes das aulas práticas, os estudantes passam por exercícios simulados. O uso de simuladores de voo já é de longa data conhecido pelos estudantes dos cursos de piloto. Essa tecnologia usa a técnica de realidade virtual. Esses simuladores trazem programadas imagens virtuais e exercícios preconcebidos. Contudo, a realidade aumentada permitiu não só fazer as simulações, como também avaliar o desempenho dos estudantes e reprogramar o nível de dificuldade durante o exercício em curso.

A realidade aumentada traz casos de condições meteorológicas e de voo reais que se sobrepõem à realidade virtual para treinar, avaliar e adaptar o programa de capacitação ao estudante. Assim, cada estudante passa por todo o programa de treinamento, mas em tempos e com exercícios diferentes até que todos tenham o mesmo nível de desempenho.

Uma ferramenta de inteligência artificial difundida na mídia atual é o ChatGPT®, que propõe respostas e criações que atendem às demandas dos estudantes. Contudo, a própria ferramenta deixa espaço para a avaliação das soluções e respostas ofertadas. O aprimoramento pode ser feito pelo uso de "*regenerate response*". Isto é, uma vez que a solução não seja adequada ou não contenha as informações corretas, é possível buscar o seu aprimoramento.

Assim, a capacitação dos estudantes para uso dessas ferramentas é um importante passo na educação. Essas soluções são construídas por conhecimentos disponibilizados na rede mundial de computadores (WWW). Portanto, precisam ser avaliadas pelo usuário não apenas pela quantidade de informações contraditórias e falsas disponíveis na rede, mas também pela escassez em alguns campos de conhecimento.

Essas ferramentas que usam a tecnologia *Generative pre-trained transformer* têm um alto poder de aplicação na educação. Aqui os estudantes podem criar gráficos com seus dados e informações, nuvens de palavras, desenhos e mapas, dentre outras coisas. Os estudantes podem também solicitar a interpretação desses dados. A questão central é como avaliar as informações e soluções. Aqui não se pode dispensar a figura docente, pois cabe a ele orientar e ensinar a julgar as informações.

5. CASOS DE SUCESSO

Costa *et al.* (2023) apresentam uma avaliação do uso da plataforma Geekie One® na educação profissional. O estudo mostra a visão de professores e coordenadora de um curso técnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Nesse caso, a plataforma foi empregada para individualizar as experiências de aprendizagem. Os relatos dão conta de que, mediante o uso da inteligência artificial, os docentes puderam criar exercícios mais adequados a cada estudante. Nessa situação, o uso da plataforma ajudou os docentes a criarem os exercícios que se ajustam às necessidades específicas de cada estudante. Desse modo, todos eles puderam atingir o mesmo nível de maturidade do conhecimento.

A avaliação dos autores sobre esse caso é positiva. Contudo, fazem dois alertas relativos ao uso da inteligência artificial no processo educacional. O primeiro reforça um documento da Unesco (2021, p. 16) que afirma "a forma de viver em sociedades digitalizadas exige reflexão ética, pensamento crítico, práticas de projeto responsáveis e novas competências, dadas as implicações para o trabalho, a empregabilidade e a participação cívica". O segundo vem de outra citação, nesse caso, de Saviani (1999, p. 66) "é preciso praticar o desenvolvimento diversificado das capacidades humanas para combater a exploração humana".

A maior parte dos relatos de experiência de uso da inteligência artificial na educação profissional recai sobre a inserção de componentes curriculares com esse tema ou na criação de plataformas de inteligência artificial por parte de estudantes dos mais diversos cursos técnicos. Vieira e Moura (2025) citam diversos desses casos de estudantes que criam ferramentas e plataformas com uso de inteligência artificial.

A experiência do autor com a utilização de ferramentas de inteligência artificial é limitada. Ele entende que as diversas ferramentas e possibilidades de uso da inteligência artificial na educação profissional a colocam no campo da educação mediada por tecnologias. Isto é, cada uma dessas ferramentas tem aplicação em um dado momento e contexto. Assim, a experiência vivida em sala de aula foi de colocar estudantes para fazer buscas especializadas de artigos, reportagens e materiais para estudos de caso e projetos didáticos.

Um trabalho particularmente interessante foi o de uso dessas ferramentas no curso de formação de sondadores (Conciani, 2023). Nesse caso, o grupo de estudantes foi constituído por trabalhadores de baixa escolaridade, com jornada penosa de 8 a 10 horas diárias. Para que esses estudantes pudessem desenvolver suas habilidades de leitura e interpretação de textos técnicos, foi proposto que produzissem alguns deles, utilizando computadores. Esse é mais um desafio para pessoas cuja coordenação motora é "grossa", ou seja, cujas atividades motoras são dedicadas ao uso de força braçal e não de atividades de coordenação motora para desenhos e escrita.

Esses estudantes deveriam pesquisar normas técnicas na rede mundial de computadores e, a partir delas, produzirem um roteiro de trabalho. A necessidade de coordenação motora fina, de domínio de uma nova ferramenta, de escrever suas ideias e palavras, de produzir desenhos, os levou a um desespero inicial. Acompanhados e orientados, passaram a buscar esclarecer as correções textuais propostas pela ferramenta e escrever com suas próprias palavras.

Na sequência, o mesmo se deu com a busca de figuras e desenhos. Alguns casos específicos os levaram a desenhar seus instrumentos de trabalho e fazer conversões de unidades de medida. Tudo isso resultou em um aprendizado consolidado e em maior confiança nas suas capacidades. Dentre as capacidades ampliadas, a leitura e a escrita se tornaram seus pontos de orgulho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade caminha para uma digitalização em todos os campos de conhecimento. A educação, como tempo de formação de cidadãos, e de modo especial a educação profissional, não pode ignorar essa situação social. A inteligência artificial é parte do cotidiano socioeconômico e se faz presente sob as mais diversas formas, percebidas ou não.

O acesso às tecnologias digitais é um dos pontos críticos dessa uberização da vida. Várias comunidades periféricas do ponto de vista geográfico ou socioeconômico não têm acesso à rede mundial de computadores com qualidade e velocidade necessárias ao uso consciente das tecnologias digitais. Essas comunidades ficam à mercê de informações distorcidas ou falsas que as prejudicam e as alijam dos processos sociais. O mesmo se dá com as tecnologias educacionais.

A inteligência artificial tem potencial de uso na gestão educacional, na gestão do processo de aprendizagem, mas sobretudo na formação estudantil. As ferramentas tecnológicas permitem individualizar e personalizar os procedimentos didáticos e avaliativos. Isso amplia a capacidade docente e potencializa o processo de aprendizagem.

Assim sendo, a utilização das tecnologias de inteligência artificial tem sido considerada por alguns autores como essencialmente voltado para a autoinstrução ou para a educação a distância. Contudo, a consideração dessas tecnologias como ferramenta de mediação pode ampliar o seu uso e dar um novo sentido ao processo formativo. Nesse caso, docentes poderão ensinar a avaliar o que está por trás da informação e como refinar ou descartar a informação, isto é, a inteligência artificial deve ser tratada como mais uma ferramenta e não como a única.

Concluindo, as ferramentas de inteligência artificial podem, nos mais diversos níveis tecnológicos, constituírem-se em importante meio de formação profissional, sobretudo para acessar tecnologias caras e não disponíveis nas escolas. Além disso, aulas práticas que possam colocar em risco a vida dos estudantes (ou de outrem) podem ser preparadas com o uso da inteligência artificial. Nesse sentido, o emprego de realidade aumentada e de robôs é uma demanda que se faz essencial em alguns cursos técnicos e tecnológicos.

REFERÊNCIAS

CHARIS, L. S. **O uso abusivo de telas e o impacto na educação**. TCC apresentado ao curso de pedagogia do CCHSA/UFPB. 2024.

CIEB. **Inteligência artificial na educação:** notas técnicas 16. 1. ed. São Paulo: CIEB Notas Técnicas, 2019.

CONCIANI, W. **Skilling and reskilling workers in transition times**. South African Conference on Professional Education and Trainning. 2023.

COSTA, M. A.; RIBEIRO, G.R.; MOSSIN, E.A. Inteligência artificial: contributos para a prática docente na educação profissional. **Conexão Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 17, p. 1-11, 2023.

GIRAFFA, L.; SANTOS, P. K. Inteligência artificial e educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. **Educ. Anál.**, Londrina, v. 8, p. 116-134, jan./jul. 2023. DOI: 10.5433/1984-7939.2023.

HEUVEL, M. V. D.; JULIA, M. A.; BORKHOFF, C. M.; KOROSHEGVI, C.; DAI, D. W. H; PARKIN, P. C.; MAGUIRE, J. L.; BIRKEN, C. S. Mobile Media Device Use is Associated with Expressive Language Delay in 18-Month-Old Children. **Journal on Development Behavior Pediatric**, v. 40, n. 2, p. 99-104, feb./mar. 2019.

PEREIRA, E. G.; OLIVEIRA, L. R. **TIC na educação:** desafios e conflitos versus potencialidades pedagógicas com a WEB 2.0. Repositório da Universidade do Minho. 2012. Disponível em: https://hdl.handle.net/1822/24382.

PEREIRA, I. F.; SILVEIRA BRAGA, C. A.; DE BRITO CARUSO, G.; SALES DIAS, S.; LIMA, Y. **Gestão orientada por dados na educação profissional:** a experiência de uma área de inteligência do Senac Nacional. Boletim Técnico Do Senac, 50. https://doi.org/10.26849/bts.v50.1022. 2024.

PESSOA, Y. B. O aprisionamento às telas e o declínio das experiências de leitura no Brasil. **Ensino Em Perspectivas**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2024. https://doi.org/10.52521/enpe.v5i1.12709.

RAUBER, A.O; BITENCOURT, R.G.; GALLON, S.; PAULI, J. Proposição de uma agenda de pesquisa sobre uberização do trabalho e economia gig. **Gestão & Planejamento**, v. 23, 2022. Disponível em: https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/6667. Acesso em: mar. 2023.

SAVIANI, D. **Escola e democracia:** teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 32 ed. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1999.

SOUSA, L. C. A TIC na Educação: uma grande aliada no aumento da aprendizagem no Brasil. **Revista Eixo**, v. 5, n. 1. https://doi.org/10.19123/eixo.v5i1.315. 2016.

UNESCO. **Reimagining our futures together: a new social contract for education**. Paris: UNESCO, 2021.

VAN DAMME, D. **Preparing for the skills future, now**. Oppening Cerimony of World Conference of Professional Education, Melbourne, 2018.

VICARI, R. M. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030:** Sumário Executivo. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Serviço Social da Indústria, Senai, 2018. 52 p.

VIEIRA, L. A. B; MOURA, M. C. M. Inteligência Artificial na Educação Profissional e Tecnológica: experiências pedagógicas nos Institutos Federais. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 25, p. 1-17e15906, abr. 2025.

AMPLIAÇÃO DO PROGRAMA DE APRENDIZAGEM PROFISSIONAL NA MODALIDADE EAD: UMA EXPERIÊNCIA DE DESIGN INSTRUCIONAL COM USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Alzenir Rocha Venâncio
Secretaria de Estado de Ciência Tecnologia e Inovação
alzenirvenancio@secitec.mt.gov.br - https://orcid.org/0009-0003-2342-6127
Gislaine Cristina de Brito Paulikevis
Escola Técnica Estadual de Rondonópolis
gislainepaulikevis@secitec.mt.gov.br - https://orcid.org/0009-0004-3154-9255

Resumo: Este artigo relata a ampliação do Programa Jovem Aprendiz por meio da modalidade EAD, na rede de escolas técnicas estaduais do estado de Mato Grosso, como uma forma de inclusão de jovens residentes em municípios com menor potencial de contratação, longínquos e que não contam com o programa na modalidade presencial. A metodologia utilizada foi a revisão sistemática de literatura, em que se buscou por palavras-chave como "jovem aprendiz", "política, desenvolvimento", "inteligência artificial" e "design instrucional". A qualificação de jovens e sua inserção no mercado de trabalho contribui para o desenvolvimento regional e a fixação deles em suas cidades de origem. Relatar esta expansão contribui para a compreensão do processo e disseminar o conhecimento por meio desta experiência. Como resultados, o design instrucional do Programa Jovem Aprendiz mostrou-se ser um processo dinâmico e flexível, permeado por aprendizagem contínua e busca constante por soluções inovadoras.
Palavras-chave: Empregabilidade. Tecnologia educacional. Educação profissional.

Abstract: *This article, "Expanding the Professional Apprenticeship Program in Distance Learning Mode: An Experience in Instructional Design Using Artificial Intelligence," reports on the expansion of the Young Apprentice Program through distance learning in the network of state technical schools in the state of Mato Grosso, as a way to include young people living in municipalities with lower hiring potential, which are far away and do not have the program in the face-to-face mode. The methodology used was a systematic literature review, where keywords such as "young apprentice" and "politics, development" were searched for, as well as "artificial intelligence" and "instructional design." Qualifying young people and inserting them into the job market contributes to regional development and the retention of these young people in their hometowns. Reporting this expansion contributes to understanding the process and disseminating knowledge through this experience. As a result, the instructional design of the Young Apprentice Program proved to be a dynamic and flexible process, permeated by continuous learning and a constant search for innovative solutions.*
Keywords: *Employability. Educational technology. Professional education.*

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento pode ser compreendido em duas dimensões interdependentes: a econômica e a humana. A primeira refere-se ao crescimento financeiro e ao aumento da capacidade produtiva de uma região; a segunda, à melhoria da qualidade de vida da população, considerando fatores como saúde, educação e renda (Galvão, 2022). Sob esse prisma, o trabalho desempenha um papel central, sendo simultaneamente causa e consequência do desenvolvimento econômico. A ausência de oportunidades laborais, por outro lado, contribui diretamente para o agravamento da pobreza (Magalhães; Granja, 2021).

O acesso ao emprego e à renda influencia significativamente a fixação das pessoas em determinadas localidades. Populações buscam regiões que ofereçam melhores condições de vida e acesso a serviços essenciais. De modo semelhante, empresas e indústrias também se estabelecem em cidades que apresentem um ambiente favorável, como incentivos econômicos, infraestrutura, mão de obra qualificada e condições logísticas adequadas, formando um ciclo de retroalimentação do desenvolvimento.

Nesse contexto, programas de qualificação profissional, especialmente aqueles voltados aos jovens, têm papel fundamental na geração de oportunidades e na redução da migração forçada por motivos econômicos. A modalidade de educação a distância surge como alternativa eficaz para alcançar jovens em municípios onde não há oferta presencial desses programas. No entanto, essa modalidade apresenta desafios importantes, como o acesso limitado à internet, escassez de recursos tecnológicos e dificuldades na permanência e aprendizagem dos alunos.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar os impactos da Aprendizagem Profissional na modalidade a distância (EAD) como instrumento de fixação da população jovem em municípios de pequeno porte, contribuindo para o desenvolvimento local.

Para isso, este artigo está estruturado em cinco partes. A primeira é esta introdução. A segunda é o Desenvolvimento, que abordará o referencial teórico e a contextualização do Programa de Aprendizagem Profissional no contexto da Lei de Aprendizagem, sua importância para a inserção dos jovens no mercado de trabalho e a possibilidade de oferta através da educação a distância, com foco no uso da inteligência artificial no

processo de design instrucional, como forma de personalizar e melhorar a experiência de aprendizagem. A terceira parte, a Metodologia, descreve o tipo de pesquisa, as palavras-chave pesquisadas e as fontes consultadas. Também apresenta os procedimentos adotados na pesquisa, descrevendo os critérios de inclusão e exclusão de artigos no referencial teórico. Na quarta parte, Resultados, explora e descreve o processo de ampliação do Programa de Aprendizagem Profissional na modalidade (EAD), o escopo do projeto piloto e as etapas do design instrucional utilizado na construção e como foram utilizadas algumas ferramentas de inteligência artificial. Na última parte, Considerações Finais, destaca-se a relevância do Programa de Aprendizagem Profissional para os jovens alcançarem o primeiro emprego e a modalidade EAD como uma importante forma de o Programa alcançar estes jovens. Ainda, como o uso da inteligência artificial colaborou com a otimização do processo de design instrucional, que teve a aprendizagem significativa como pilar pedagógico.

1. DESENVOLVIMENTO

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) é o órgão federal responsável pela aprovação e regulamentação dos Programas de Aprendizagem Profissional no Brasil. A partir da análise do número de empregados nas empresas, o MTE monitora a necessidade de contratação de jovens aprendizes, conforme a cota legal estabelecida. A Aprendizagem Profissional, segundo o *Manual de Acesso aos Serviços de Aprendizagem Profissional* (MTE), é uma política pública de inclusão produtiva voltada para adolescentes, jovens e pessoas com deficiência, com respaldo na Constituição Federal e na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). A legislação exige que empresas de médio e grande porte contratem jovens de 14 a 24 anos na condição de aprendizes.

Segundo Araújo *et al.* (2020), a aprendizagem profissional constitui-se como uma política de formação técnico-profissional associada ao ingresso de jovens no mundo do trabalho, por meio de um contrato especial de trabalho com duração máxima de dois anos. Nesse modelo, o aprendiz deve receber formação teórica, aliada à prática supervisionada, em ambiente real de trabalho. Essa formação deve ser compatí-

vel com seu desenvolvimento físico, moral e psicológico. O jovem, por sua vez, compromete-se com o cumprimento responsável das atividades propostas.

A Lei da Aprendizagem, além de oferecer oportunidades de crescimento intelectual e profissional aos jovens, também representa uma vantagem estratégica para as empresas, ao promover a formação de mão de obra qualificada e alinhada às necessidades do mercado (Araújo *et al.*, 2016). No âmbito das políticas públicas, as escolas técnicas estaduais estão autorizadas a se credenciar como entidades formadoras, conforme estabelece o art. 6º da Portaria MTE nº 3.872, de 21 de dezembro de 2023. Essa mesma norma regulamenta a oferta de programas de aprendizagem profissional na modalidade de EAD, com aplicação restrita a municípios de pequeno porte, onde o número de contratações de aprendizes é inferior a 100 vagas.

A inserção de jovens no mercado de trabalho constitui um dos pilares centrais do desenvolvimento econômico e social. De acordo com Mendonça de Andrade (2016), essa inclusão impacta diretamente na redução dos índices de pobreza, na diminuição do desemprego e na melhoria da renda familiar. Juraszek e Gumbowsky (2020) complementam que, além de impulsionar o desenvolvimento regional, a aprendizagem profissional estimula a permanência dos jovens em seus territórios de origem, especialmente quando associada ao fortalecimento dos negócios locais.

Diferentemente de outras formas de educação profissional, a Aprendizagem Profissional articula teoria e prática em ambiente laboral, oferecendo uma via concreta de inserção dos jovens no mercado de trabalho, com garantia de direitos trabalhistas. Contudo, muitos enfrentam desafios iniciais relacionados à falta de experiência. Nesse contexto, o Programa de Aprendizagem se configura como uma alternativa importante para a construção da trajetória profissional dos jovens (Magalhães; Granja, 2021).

De se destacar que a Educação a Distância tem se consolidado como uma estratégia eficaz para ampliar o acesso à qualificação profissional, sobretudo em regiões onde a oferta presencial é limitada. Conforme apontam Vieira *et al.* (2024), a EAD traz benefícios como flexibilidade, redução de custos e alcance geográfico. No entanto, também impõe desa-

fios significativos, especialmente para estudantes em situação de vulnerabilidade, como a limitação no acesso à internet, carência de equipamentos adequados e a necessidade de maior autonomia e autorregulação por parte dos alunos.

Nessa perspectiva, o design instrucional assume um papel fundamental. Vieira *et al.* (2024) afirmam que, na EAD, um planejamento instrucional eficaz é essencial para garantir acessibilidade, engajamento e qualidade na aprendizagem. Corroborando essa visão, Esprendor *et al.* (2024) destacam que o uso de tecnologias digitais – como plataformas de aprendizagem online, recursos multimídia e ferramentas interativas – permite o desenvolvimento de experiências educacionais mais dinâmicas, personalizadas e eficazes.

Ainda segundo Vieira *et al.* (2024), o avanço das tecnologias móveis e dos aplicativos educacionais contribuiu significativamente para a flexibilização e interatividade dos cursos. Estratégias como personalização de conteúdos, uso de metodologias ativas e adaptação ao contexto do aluno favorecem a permanência e o envolvimento dos estudantes ao longo do curso.

A integração da tecnologia no design instrucional, como enfatizam Esprendor *et al.* (2024), não se limita à digitalização de conteúdos. Trata-se de criar ambientes de aprendizagem adaptáveis, interativos e inclusivos, capazes de atender a diferentes perfis e estilos de aprendizagem, promovendo uma educação de qualidade e verdadeiramente acessível.

O objetivo deste artigo é explorar e descrever o processo de ampliação do Programa de Aprendizagem Profissional na modalidade EAD na rede estadual de escolas técnicas de Mato Grosso, com ênfase no uso de inteligência artificial (IA) como recurso no design instrucional, visando compreender seu potencial para promover personalização da aprendizagem, engajamento dos estudantes e efetividade formativa.

2. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem exploratório-descritiva. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiari-

dade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, enquanto a pesquisa descritiva busca observar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos sem os manipular. A investigação foi realizada por meio de revisão bibliográfica, que, conforme Lakatos e Marconi (2017), consiste no levantamento, leitura, análise e interpretação de documentos e publicações científicas já produzidas sobre o tema de interesse. Para isso, foram utilizadas bases de dados eletrônicas de acesso público e acadêmico, como o Portal de Periódicos da Capes, SciELO e Google Scholar.

A coleta de dados bibliográficos foi orientada por critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, levando em consideração a relevância, atualidade e aderência das fontes ao tema estudado. Foram utilizadas as palavras-chave: "jovem aprendiz", "política de desenvolvimento", "inteligência artificial" e "design instrucional". A análise dos dados foi conduzida por meio de leitura crítica e comparativa dos textos selecionados, com foco na identificação de aspectos conceituais, metodológicos e aplicados relacionados à ampliação do Programa de Aprendizagem Profissional na modalidade EAD e à utilização de estratégias de design instrucional com suporte de inteligência artificial.

Além da literatura científica, foram consultadas fontes primárias institucionais relativas à criação e implementação do programa na rede estadual de escolas técnicas, no âmbito da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci), bem como legislações federais pertinentes à aprendizagem profissional.

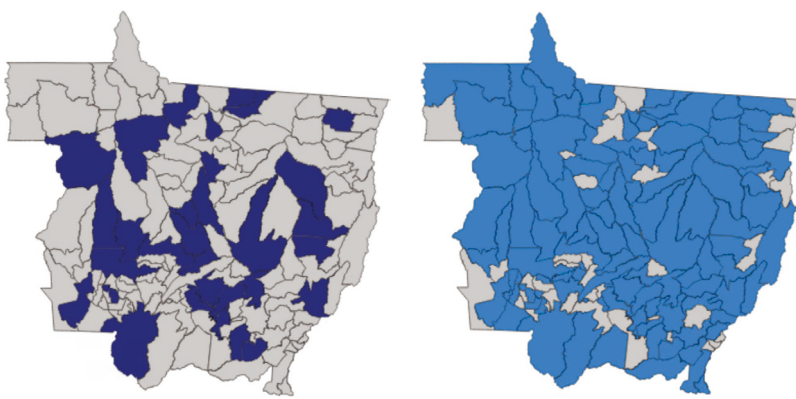
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio de dados do Caged, que concentra dados de números de trabalhadores e desempregados por todo o Brasil, disponibiliza informações quanto ao potencial de contratação de jovens aprendizes em cada município. Esse potencial é calculado com base na quantidade de empresas que possuem mais de sete funcionários. A importância desse potencial de contratação consiste no fato de que é ele que divide os municípios que podem ofertar o programa em ambas as modalidades.

O art. 32 da Portaria MTE nº 3.872, de 21 de dezembro de 2023, diz que a educação a distância só pode ser ofertada em municípios com potencial de contratação menor que 100 aprendizes. As entidades formadoras precisam se cadastrar e cadastrar seus cursos para obter autorização para ofertarem cursos no Programa Jovem Aprendiz. Os jovens participantes do programa são cadastrados também no Ministério do Trabalho e, com isso, o MTE faz o controle do preenchimento das cotas de aprendizagem.

Nessa base de dados do MTE podem ser encontradas informações a respeito de todas as entidades formadoras e os cursos que oferecem. A consulta foi realizada em março de 2024. Em Mato Grosso, foram encontradas 29 entidades formadoras e 64 títulos de cursos ofertados na Aprendizagem Profissional, tanto na modalidade presencial quanto a distância. A Figura 1 mostra a presença de cursos de Aprendizagem Profissional, tanto na modalidade presencial quanto à distância.

Figura 1 - Mapa da distribuição dos cursos de aprendizagem profissional, na modalidade presencial, à esquerda, e na modalidade a distância, à direita



Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego, março de 2024.

No estado de Mato Grosso, o potencial de contratação de aprendizes se destaca como uma estratégia para o desenvolvimento socioeconômico, oferecendo oportunidades de capacitação e inserção no mercado de trabalho para milhares de jovens. Com um total de 18.450 vagas potenciais para aprendizes, distribuídas em diversos setores, Mato Grosso possui

um potencial significativo com a formação profissional da juventude e o fortalecimento da economia local.

De acordo com os dados mais recentes do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o setor de comércio apresenta um potencial de 6.034 vagas para aprendizes. Em seguida, os serviços oferecem 3.339 vagas, seguidos pela indústria, que disponibiliza 5.228 vagas para aprendizado e desenvolvimento profissional. É importante destacar também o papel relevante da agricultura e dos transportes, setores essenciais para a economia mato-grossense. Na agricultura, estão previstas 2.009 vagas para aprendizes, enquanto nos transportes há 1.789 vagas disponíveis.

Esse potencial é calculado pelo Ministério do Trabalho e Emprego, a partir do número de empresas e empregados em cada município, pois todas as empresas que possuem a partir de sete empregados são obrigadas a cumprir a cota de aprendizagem. Importante salientar que são excluídas da base de cálculo da cota de aprendizes as funções que exigem habilitação profissional de nível técnico ou superior, as funções de direção, gerência ou confiança, os trabalhadores temporários contratados conforme a Lei nº 6.019/1974 e os aprendizes já contratados. Apesar dessa obrigatoriedade, o programa não acontece se não houver uma entidade formadora no município, responsável pela oferta dos cursos de qualificação.

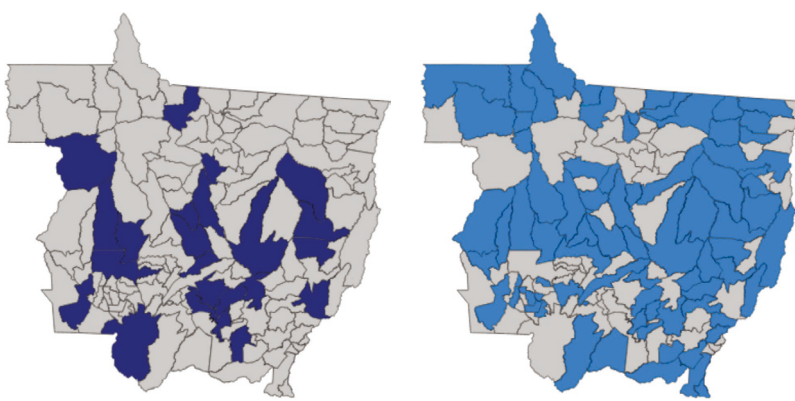
Esses números revelam que a cota aprendizagem é baixa em relação à quantidade total de jovens da faixa etária do programa, no entanto, para que esses números cresçam, é necessário que haja um aumento do número de empresas e de postos de trabalho. Dessa forma, a empregabilidade entre os jovens deve ser estimulada para além da cota de aprendizagem. De fato, há a possibilidade de eles serem contratados por meio de contrato por tempo indeterminado, dando seguimento em suas carreiras.

O programa de aprendizagem no estado de Mato Grosso demonstra, não apenas um alto potencial de contratação, mas também um investimento concreto no desenvolvimento humano e econômico da região. Ao incentivar a formação e inserção profissional dos jovens, o estado abre caminhos para um futuro mais promissor e sustentável, no qual a educação e o trabalho se combinam para impulsionar o crescimento e a prosperidade de todos.

Em um cenário de rápidas transformações e exigências crescentes no mercado de trabalho, o potencial de contratação de aprendizes representa não apenas uma obrigação legal, mas um compromisso ético e estratégico das organizações em Mato Grosso. Essa iniciativa fortalece os laços entre educação e empregabilidade, preparando jovens talentos para os desafios e oportunidades do mundo profissional moderno. Portanto, ao reconhecer e valorizar o potencial dos aprendizes, Mato Grosso investe no presente e no futuro, construindo uma sociedade mais inclusiva e dinâmica, na qual o talento e a dedicação dos jovens contribuem significativamente para o crescimento econômico e social do estado.

Assim, como as escolas já vinham ofertando o curso de assistente administrativo na modalidade presencial e houve uma demanda inicial de empresas interessadas neste curso no formato EAD, ele foi escolhido para ser o piloto do Programa nesta modalidade. A Figura 3 mostra a distribuição geográfica do curso de Aprendizagem Profissional em Assistente Administrativo pelo estado de Mato Grosso nas modalidades presencial e EAD, onde é possível perceber que os cursos na modalidade a distância alcançam muito mais municípios, o que se traduz em mais oportunidades de trabalho para os jovens.

Figura 2 - Comparativo da oferta do curso de Assistente Administrativo no estado, na modalidade presencial, à esquerda, e na modalidade EAD, à direita



Fonte: Site do Ministério do Trabalho e Emprego.

Cabe salientar que, dentro da rede pública, o Programa de Aprendizagem Profissional, no estado de Mato Grosso, é ofertado nas Escolas Técnicas Estaduais de Educação Profissional e Tecnológica. Sobre o tipo de oferta do programa, a lei prevê que municípios grandes, com potencial para contratar acima de 100 jovens aprendizes, devem oferecer programas na modalidade presencial e, nos municípios com potencial menor que 100 jovens aprendizes, pode ser ofertado na modalidade EAD.

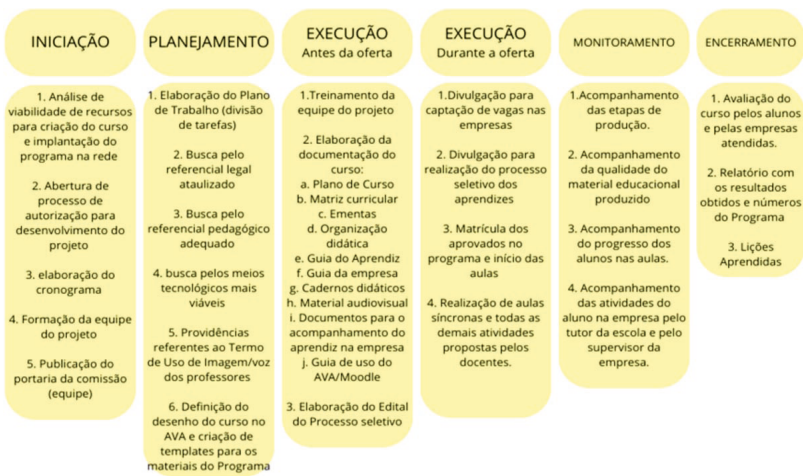
A Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci) de Mato Grosso desempenha um papel fundamental na promoção da educação técnica e profissional no estado. Ao longo dos anos, a Seciteci tem investido na expansão e modernização das escolas técnicas, visando atender às demandas da economia local e regional e, atualmente, conta com 17 escolas técnicas em sua rede, que representam pilares importantes no cenário educacional e econômico de Mato Grosso, oferecendo oportunidades de crescimento e desenvolvimento para os jovens e para a comunidade como um todo.

A demanda pelo curso de Aprendizagem Profissional em Assistente Administrativo, na modalidade a distância, surgiu inicialmente no município de Barra do Garças. Empresas que ali possuem matriz, mas com filiais em outros municípios menores, que não possuem escolas de educação profissional, seja da rede estadual, federal ou privada, começaram a solicitar à escola a possibilidade de criar e ofertar o curso, por meio do programa, para que pudessem atender à demanda legal de contratação de jovens. A implantação do Programa vai ao encontro das demandas locais e fomenta o desenvolvimento regional, promovendo o primeiro emprego, elevação da renda familiar, qualificação e qualidade de vida. Essa demanda vai ao encontro com o mapeamento realizado dos dados do TEM, expostos nas Figuras 2 e 3.

De se notar que essa oferta do programa Jovem Aprendiz representa uma inovação para a organização, pois era realizado somente na modalidade presencial, nas escolas técnicas de Barra do Garças, Alta Floresta e Rondonópolis, que ofertavam o curso de Assistente Administrativo. Assim, a equipe foi formada por docentes e outros profissionais das diversas escolas e os trabalhos foram conduzidos a distância, de modo colaborativo, sendo o arranjo da equipe um diferencial para a organização dos trabalhos e dos recursos interinstitucionais.

O escopo do Programa de Aprendizagem, desenvolvido para a rede estadual de escolas técnicas de Mato Grosso, teve por base a metodologia ADDIE (Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação). Esse modelo, de acordo com Vieira *et al.* (2024), apesar de ser tradicional, ainda serve como base para muitos processos de design instrucional contemporâneos. No planejamento do programa, a etapa de execução foi dividida em duas etapas: antes da oferta e durante a oferta, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Etapas do projeto de criação do Programa de Aprendizagem Profissional na modalidade de educação a distância da rede estadual de escolas técnicas



Fonte: Elaborado pelas autoras.

3.1 Etapas do projeto de criação do Programa

Na etapa de iniciação, como atividade primeira, foi realizada uma análise da viabilidade de implantação do curso nessa modalidade, levando em conta principalmente os recursos humanos para desenvolvimento da oferta, e quais recursos seriam necessários para concretizar a proposta. Foi criado um grupo para estudo das legislações pertinentes e elaboração do Plano de Trabalho do Programa, que resultou, ao final, num modelo no qual, futuramente, qualquer curso que as escolas queiram ofertar seja modelado por meio desse escopo.

Assim, foi realizado o design educacional do programa, com decisões sobre o Plano Pedagógico do Curso (PPC), matriz curricular, conteúdos programáticos de cada componente curricular, aspectos teórico-pedagógicos, metodologia de ensino e recursos tecnológicos. Essa equipe também foi responsável pelo cadastramento no MTE para autorização da oferta do curso.

Na fase antes da oferta, foi realizado um primeiro cadastro, sendo solicitadas autorizações para oferta do curso de Assistente Administrativo, no Programa Jovem Aprendiz, para os municípios onde seriam ofertadas as vagas de primeiro emprego, sendo estas vagas vinculadas à Escola Técnica Estadual de Barra do Garças. No segundo cadastro, vinculadas à Escola Técnica Estadual de Alta Floresta, foram solicitadas autorizações para os municípios de Carlinda, Paranaíta, Gaúcha do Norte, Ipiranga do Norte, Itanhangá, Nova Ubiratã e Tapurah. Essa equipe também elaborou os documentos diversos do programa, como Manual da Empresa, Manual do Aluno, Manual do Professor e calendário e horário de aulas. Tendo sido autorizados os cursos nestas cidades, seguiu-se para a fase de captação de empresas para ofertarem vagas de aprendiz.

Na equipe de desenvolvimento de material didático, os professores conteudistas elaboraram os materiais didáticos de seus próprios componentes curriculares, recebendo orientações didático-pedagógicas quanto às atividades possíveis de serem desenvolvidas no ambiente virtual de aprendizagem e outras orientações metodológicas para produção de conteúdos. À medida que as entregas de materiais foram ocorrendo, a equipe de diagramação e transposição de didática atuava para diagramar no *template* previamente desenvolvido para a coleção de materiais do Programa Jovem Aprendiz.

É importante ressaltar que esse projeto piloto não teve um planejamento engessado. Por contar com uma equipe reduzida, foi necessário buscar alternativas para melhorar as entregas dos materiais, seja no quesito prazo, seja no quesito qualidade. Foi assim que, ao longo do processo, a equipe de planejamento foi buscando alternativas nas tecnologias educacionais soluções para essas limitações. Assim, foram escolhidas algumas ferramentas integradas com inteligência artificial para tal fim. A primeira foi o Canva, que modernizou o material textual, com

produção de capas e layouts mais atraentes. A Figura 4 mostra as capas da coleção, que receberam cores diferentes, uma para cada componente curricular.

Figura 4 - Material didático de alguns componentes curriculares da coleção Jovem Aprendiz

Fonte: Ambiente Virtual de Aprendizagem da Seciteci.

Vale ressaltar que outro uso da inteligência artificial foi na criação de imagens e vídeos para a elaboração dos objetos de aprendizagem. Dentro da plataforma, também foi possível utilizar ferramentas de inteligência artificial, como a criação de materiais e atividades interativas, com uso do recurso H5P, integrada ao Moodle, que permitiu correção automática de atividades e geração de feedback para os alunos.

O programa, que é ofertado de forma gratuita tanto para os jovens quanto para as empresas, iniciou em abril de 2024. A fase de execução durante a oferta do curso conta com as equipes docente e pedagógica, monitor da turma e responsável por acompanhar a execução do programa nas empresas cadastradas, que também devem apresentar um supervisor para acompanhar o jovem dentro da empresa. A turma piloto está vinculada à Escola Técnica Estadual de Barra do Garças e, como diferencial, oferta vagas para jovens indígenas também, que se utilizam da tecnologia para participar das aulas junto com os demais jovens.

O acompanhamento da turma é realizado por um monitor e a comunicação se dá tanto pela plataforma quanto por WhatsApp, que é uma ferramenta bastante acessível e mais instantânea. Para essa fase, porém, é possível utilizar a IA, com uso de ferramentas de tutorias virtuais inteligentes, uso de chatbots e ainda ferramentas de análise de engajamento e comportamento dos alunos. Porém essas ferramentas não foram utilizadas no projeto, representando uma possibilidade de melhoria do

processo, para um melhor acompanhamento do desempenho dos alunos, mas também do próprio curso, em relação aos seus usuários. O Programa ainda está em execução e a previsão de término da primeira turma é em agosto de 2025, com aulas teóricas síncronas, que ficam gravadas e disponíveis para os alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Aprendizagem Profissional (Jovem Aprendiz) é uma oportunidade para que os jovens tenham acesso ao mercado de trabalho, à qualificação profissional e à renda, contribuindo com sua renda familiar e elevando a renda *per capita* de sua família. A educação a distância é a modalidade que permite que a qualificação profissional chegue até os jovens, nos municípios de menor potencial de oferta de vagas de aprendizes. O projeto piloto do Programa de Aprendizagem Profissional (Jovem Aprendiz) foi elaborado com base na metodologia ADDIE, por equipe formada por profissionais de diferentes unidades escolares, que tiveram como grande desafio levar a experiência do programa presencial para a modalidade a distância.

Um bom projeto de design instrucional tem o foco na aprendizagem significativa e lança mão de recursos que promovam o engajamento do aluno e tenha coerência entre objetivos, conteúdos, metodologias e avaliações. O uso de inteligência artificial foi notavelmente importante para o processo de criação dos materiais, atendendo aos prazos, desenvolvimento dos objetos de aprendizagem com personalização, acessibilidade, *feedback*, e otimizando o processo de ensino-aprendizagem. Essa personalização é muito importante, considerando que o programa é gratuito e atende jovens de diferentes realidades socioeconômicas, como jovens indígenas da região do Araguaia e do Xingu.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Richard Medeiros *et al.* Programa Jovem Aprendiz: Avaliando o Processo de Implementação Da Política Nacional de Aprendizagem em uma empresa pública. **Meta**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 746-777, 2020. Disponível em: https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/2409/pdf. Acesso em: 21 abr. 2024.

BRASIL. Lei nº 6.019/1974, de 3 de janeiro de 1974. Dispõe sobre o Trabalho Temporário nas Empresas Urbanas, e dá outras Providências. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 1974. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6019.htm. Acesso em: 2 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 10.097 de 19 de dezembro de 2000. Altera dispositivos da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1 o de maio de 1943 (Lei de Aprendizagem). Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2000. Disponível em: Acesso em: 20 abr. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (Lei de Inovação). Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm#art2. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRASIL. Decreto nº 9.810 de 30 de maio de 2019. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9810.htm. Acesso em: 21 abr. 2024.

BRASIL. Manual de acesso aos serviços de aprendizagem profissional Portal Gov.br. Ministério do Trabalho e Previdência. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/aprendizagem-profissional/arquivos-aprendizagem-profissional/manual-de-acesso-ao-gov-br.pdf. Acesso em: 25 abr. 2024.

BRASIL. Portaria MTE nº 3.872, de 21 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a aprendizagem profissional, o Cadastro Nacional de Aprendizagem Profissional e o Catálogo Nacional da Aprendizagem Profissional. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mte-n-3.872-de-21-de-dezembro-de-2023-532733497. Acesso em: 08 maio 2025.

ESPRENDOR, Aline; ECCEL, Ana Carolina Rodrigues da Luz; SOUZA, Átila de; ALVES, Daiane de Lourdes; MALTA, Daniela Paula de Lima Nunes. O papel da Tecnologia no contexto do Design Instrucional. **Revista Ilustração**. Disponível em: https://journal.editorailustracao.com.br/index.php/ilustracao/article/view/366/306. Acesso em: 9 maio 2025.

GALVÃO, Jéssyka Maria Nunes. **Desenvolvimento humano e regional:** a eficácia normativa dos acordos de desenvolvimento regional latino-americanos, entre hard e soft law [recurso eletrônico]. Ponta Grossa: Aya, 2022. 64 p.

GIL, António Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisasocial.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

JURASZEK, Lucia; ARGOS Gumbowsky. Jovem Aprendiz no Cenário das Políticas Públicas de Emprego. **Desenvolvimento em questão**, v. 18, n. 53, p. 369-385, 2020. Disponível em: https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/10563. Acesso em: 20 abr. 2024.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: https://encurtador.com.br/SFn71. Acesso em: 9 maio 2025.

MAGALHÃES, Cintia Rosa; GRANJA, Edna Mirtes Dos Santos. Programa de Aprendizagem e suas Implicações ao Acesso e Continuidade No Mercado de Trabalho: um Estudo com Jovens Aprendizes. Learning Program and Its Implications to Access and Continuity in the Labor Market: A Study with Young Learners. *ID on line*. **Revista de psicologia**, v. 15, n. 54, p. 73-91, 2021. Disponível em: https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/download/2865/4621/11720. Acesso em: 16 maio 2024.

MENDONÇA DE ANDRADE, Junio; SANTOS, Karlos Kleiton dos; JESUS, Gustavo Santana de. O Programa Jovem Aprendiz e sua importância para os jovens trabalhadores. **Interfaces Científi-**

cas - Direito 4.2, p. 45-54, 2016. Disponível em: https://periodicos.set.edu.br/direito/article/download/2742/1628/8765. Acesso em: 16 maio 2024.

VIEIRA, Gabriel; SOUSA, Altamir Gomes de; BARTOCHEVIS, Débora Alexandre Borges; ARAÚJO, Deysiele Frasão de; SILVA, Juliana Caroline Arcanjo Batista da Silva; REIS, Omaira Buzatto dos. A evolução do Design Instrucional no Século XXI. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 10, n. 7, jul. 2024. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/14980/7744. Acesso em: 9 maio 2025.

IMPLEMENTAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFG: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES

Marcelo Carboni Gomes
Universidade de Brasília (UnB) - Centro Universitário de Brasília (Uniceub)
marcelo.gomes@ceub.edu.br - http://lattes.cnpq.br/3819081103019923
Wilson Conciani
Pesquisador da Fundação Getúlio Vargas
concianiw@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/7963414625844731

Resumo: Este artigo aborda a aplicação da Inteligência Artificial (IA) no contexto do curso de Pós-graduação em IA Aplicada do Instituto Federal de Goiás (IFG), destacando a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade do currículo. O curso foi projetado para capacitar os alunos a aplicarem a IA em diversas áreas, como saúde, indústria, educação, e ciências sociais, com foco na integração de áreas do conhecimento. As disciplinas abordadas no curso incluem Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina, Visão Computacional, Processamento de Linguagem Natural, Computação em Nuvem para IA, Ética e Impactos Sociais da IA, e Algoritmos Evolutivos, todas com aplicação prática em setores relevantes da sociedade. O estudo explora como essas disciplinas se interconectam, permitindo que os alunos desenvolvam soluções inovadoras para problemas complexos. Além disso, são discutidos os desafios enfrentados pelos alunos, como a necessidade de infraestrutura e a formação contínua de docentes, bem como as oportunidades que a IA oferece para moldar o futuro da educação e do mercado de trabalho. A conclusão aponta para a importância de formar profissionais capacitados, éticos e preparados para a rápida evolução das tecnologias de IA.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Interdisciplinaridade. Educação. Discente.

Abstract: *This article discusses the application of Artificial Intelligence (AI) in the context of the graduation Program in Applied AI at the Federal Institute of Goiás (IFG), highlighting the interdisciplinary and transdisciplinary nature of the curriculum. The program is designed to equip students to apply AI across various fields such as healthcare, industry, education, and social sciences, with a focus on knowledge integration. The courses offered include Artificial Intelligence and Machine Learning, Computer Vision, Natural Language Processing, Cloud Computing for AI, Ethics and Social Impacts of AI, and Evolutionary Algorithms, all with practical applications in relevant sectors. The study explores how these disciplines intersect, enabling students to develop innovative solutions to complex problems. Additionally, challenges faced by students, such as infrastructure needs and ongoing faculty development, are discussed, as well as the opportunities AI offers in shaping the future of*

education and the labor market. The conclusion emphasizes the importance of training professionals who are capable, ethical, and prepared for the rapid evolution of AI technologies.
Keywords: *Artificial Intelligence. Interdisciplinary. Students. Education.*

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma das tecnologias mais inovadoras e impactantes da atualidade, com aplicações que permeiam diversos setores, desde a indústria até a educação. No contexto da pós-graduação, especialmente no curso de IA Aplicada do Instituto Federal de Goiás (IFG), a implementação dessa tecnologia visa preparar os alunos para a 4ª Revolução Industrial, em que as tecnologias digitais, como a IA, terão papel fundamental na transformação das profissões e das práticas pedagógicas.

A educação profissional precisa adaptar-se às inovações tecnológicas para garantir que os estudantes se tornem profissionais qualificados para lidar com os desafios do mercado de trabalho. Nesse cenário, é essencial entender como a matriz curricular do curso de IA Aplicada no IFG está estruturada e como os estudantes estão experimentando a aplicação da IA em suas trajetórias acadêmicas (Santos; Carregosa, 2022).

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Contextualização do curso de pós-graduação em IA aplicada no IFG

A pós-graduação em IA Aplicada do IFG foi estruturada para atender à crescente demanda por profissionais capazes de trabalhar com sistemas inteligentes em diversos contextos. A matriz curricular do curso é composta por módulos que abrangem desde os fundamentos teóricos de IA até a aplicação prática de algoritmos, aprendizado de máquina, visão computacional e IA em diferentes setores, como a saúde, a indústria e a educação.

O curso oferece uma formação que integra conteúdos teóricos, como matemática aplicada e algoritmos de IA, com atividades práticas, como projetos de desenvolvimento de sistemas inteligentes e estágios supervisionados. As disciplinas abordam desde a programação de IA até a análise ética e social dos impactos dessas tecnologias. O objetivo é fornecer aos estudantes um conhecimento completo e interdisciplinar, capacitando-os para atuar em áreas inovadoras e dinâmicas.

Algumas das principais disciplinas estudadas incluem:

- ***Inteligência Artificial e aprendizado de máquina*** – fundamentos de IA, algoritmos de aprendizado supervisionado e não supervisionado, redes neurais e técnicas de *machine learning*.
- ***Visão computacional*** – técnicas e algoritmos utilizados para permitir que as máquinas "vejam" e interpretem o mundo visual, aplicando-se em áreas como reconhecimento de imagem e vídeos.
- ***Processamento de Linguagem Natural (PLN)*** – aplicações de IA para entender e gerar linguagem humana, incluindo tarefas como análise de sentimentos e tradução automática.
- ***Computação em nuvem para IA*** – uso de plataformas de nuvem para escalar e aplicar soluções de IA em grande escala, otimizando o desenvolvimento e a implementação de sistemas inteligentes.
- ***Ética e impactos sociais da IA*** – discussões sobre os desafios éticos e sociais trazidos pela IA, como viés algorítmico, privacidade e impacto no mercado de trabalho.

1.2 A implementação de IA no ensino: o impacto nas experiências dos estudantes

Os estudantes da pós-graduação em IA Aplicada do IFG têm acesso a ferramentas de IA para aplicar no processo de aprendizagem. Essas ferramentas incluem desde *chatbots* para auxiliar na interação com o conteúdo, até sistemas de aprendizado adaptativo, que ajustam o conteúdo conforme o progresso do aluno. A IA não é apenas uma disciplina que é ensinada, mas também uma tecnologia que transforma o próprio processo de ensino.

Os estudantes percebem a importância da IA em suas carreiras futuras, especialmente em áreas como automação, análise de dados e desen-

volvimento de software inteligente. A utilização de IA no curso permite que os alunos tenham uma visão crítica sobre a tecnologia, refletindo sobre sua aplicabilidade e impacto social (Freitas; Nascimento; Santos, 2021).

1.3 Desafios no ensino e no uso de IA: perspectiva dos estudantes

Embora a IA tenha grande potencial, os estudantes enfrentam desafios tanto no entendimento teórico quanto na aplicação prática das tecnologias. A complexidade de conceitos como redes neurais e algoritmos de aprendizado de máquina pode ser um obstáculo para estudantes sem um forte *background* em matemática ou ciência da computação. Além disso, a falta de infraestrutura tecnológica adequada pode limitar a experiência dos alunos.

Outro desafio importante é a formação dos docentes, que muitas vezes não estão completamente preparados para lidar com as novas tecnologias de IA, o que pode afetar a qualidade do ensino. A falta de recursos financeiros e tecnológicos também é uma preocupação expressada por muitos estudantes, que reconhecem a necessidade de mais ferramentas práticas e atualizadas (Moraes; Sousa, 2021).

1.4 Aplicação prática e projetos desenvolvidos pelos estudantes

Os projetos práticos desempenham um papel central no curso de pós-graduação em IA Aplicada, permitindo que os estudantes desenvolvam sistemas reais de IA, como *chatbots*, ferramentas de predição e sistemas de recomendação. Esses projetos não só ensinam habilidades técnicas, mas também incentivam os alunos a pensarem criticamente sobre os impactos sociais e éticos da IA.

Exemplos de projetos incluem o desenvolvimento de sistemas de previsão para o setor de saúde, como ferramentas que preveem o risco de doenças, e o uso de *chatbots* para promover a interação entre estudantes e instituições educacionais. Esses projetos são frequentemente realizados em colaboração com empresas ou em contextos sociais reais, o que torna o aprendizado mais relevante e aplicável (Moreira; Almeida, 2022).

1.5 O futuro da IA na pós-graduação: perspectiva dos estudantes

Os estudantes da pós-graduação em IA Aplicada estão muito interessados em como a IA pode transformar o futuro do trabalho e da educação. Muitos acreditam que, no futuro, a IA será ainda mais integrada ao ensino, com sistemas de tutoria inteligentes e aulas personalizadas. No entanto, eles também reconhecem que há questões éticas e sociais a serem resolvidas, como a privacidade dos dados e os vieses algorítmicos.

Além disso, os alunos esperam que o curso continue a se adaptar às novas tecnologias emergentes, como a IA explicável, que permite que os sistemas de IA expliquem suas decisões de forma compreensível, e tecnologias de aprendizado profundo, que estão transformando áreas como a visão computacional e o processamento de linguagem natural (Pereira; Castro, 2023).

1.6 O uso da Inteligência Artificial aplicada nas disciplinas do curso: interdisciplinaridade e transdisciplinaridade

O curso de pós-graduação em IA Aplicada do IFG é projetado para integrar conhecimentos de diversas áreas, promovendo uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar que permite aos estudantes aplicarem a Inteligência Artificial (IA) de maneira eficaz em diferentes contextos. Cada disciplina do curso é pensada para não apenas ensinar os fundamentos da IA, mas também para mostrar suas interações com outras áreas do conhecimento, como matemática, ciências sociais, biologia, engenharia, entre outras.

A seguir, serão detalhadas as principais disciplinas do curso, destacando como a IA é aplicada e como as diferentes áreas de estudo se interligam, formando um ambiente de aprendizado rico e dinâmico.

1.7 Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina

A disciplina de Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina é a base do curso, abrangendo tanto a teoria quanto a prática dos algoritmos de aprendizado supervisionado e não supervisionado, redes neurais e *deep learning*. O aprendizado de máquina, aplicado em setores como

saúde, finanças e educação, permite a análise de grandes volumes de dados para predições, classificação e análise de padrões (Hastie; Tibshirani; Friedman, 2009). Essa disciplina promove a interdisciplinaridade, pois combina matemática avançada com estatística, computação e engenharia de dados, possibilitando que os alunos adquiram uma compreensão holística e uma capacidade prática de aplicar IA em várias áreas.

Cabe destacar que a disciplina de Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina forma a espinha dorsal do curso e abrange conceitos fundamentais que possibilitam aos estudantes entender e aplicar algoritmos de aprendizado supervisionado e não supervisionado, como máquinas de vetores de suporte, redes neurais profundas, árvores de decisão e k-vizinhos mais próximos. A importância do aprendizado de máquina (ML) é visível em diversas áreas, como no diagnóstico médico automatizado, onde ML é usado para identificar padrões em exames de imagem, e no mercado financeiro, para prever movimentos de mercado e otimizar carteiras de investimento.

Além disso, a aplicação do aprendizado de máquina vai além do campo puramente técnico. A ética e o impacto social dos algoritmos de IA são discutidos, especialmente no que diz respeito a viés algorítmico e à privacidade dos dados. Os alunos são desafiados a considerar como esses modelos afetam os resultados sociais e econômicos, particularmente em áreas como a justiça criminal, na qual o uso de IA para prever crimes pode levantar questões de discriminação.

A transdisciplinaridade da disciplina se manifesta na sua aplicação em diversos domínios, como a biologia computacional, em que algoritmos de aprendizado de máquina são utilizados para estudar genomas e proteínas. Também há a aplicação no setor energético, em que ML é usado para otimizar a distribuição de energia e prever demandas de consumo. Isso conecta a IA com outras áreas do conhecimento, ampliando o impacto de sua aplicação em diferentes setores da sociedade.

1.8 Visão computacional

A disciplina de Visão Computacional é fundamental para o desenvolvimento de sistemas que podem interpretar imagens e vídeos de maneira automática. Ela utiliza algoritmos de reconhecimento de

padrões, segmentação de imagens e identificação de objetos. A IA aplicada à visão computacional tem um papel significativo em áreas como saúde, por meio da análise de imagens médicas, e em indústria, para controle de qualidade automatizado (Silberberg; Lebedev, 2020). Essa disciplina exige conhecimentos de matemática aplicada, física e processamento de sinais, além de suas interações com a psicologia cognitiva, já que a IA busca imitar a percepção visual humana.

Nessa perspectiva, a disciplina de Visão Computacional foca na capacidade das máquinas de entenderem e processarem imagens e vídeos, um campo essencial para muitas aplicações de IA. Entre os tópicos abordados estão reconhecimento de padrões, segmentação de imagens, detecção de objetos, e rastreamento de movimento. A visão computacional é amplamente utilizada em áreas como medicina, com o uso de IA para a análise de imagens médicas (como ressonâncias magnéticas e tomografias), permitindo diagnósticos mais rápidos e precisos. Além disso, é aplicada em indústria, em que os sistemas de visão computacional podem monitorar a qualidade dos produtos em linhas de produção.

A transdisciplinaridade é evidente quando consideramos que a visão computacional também é aplicada em segurança pública, através de sistemas de vigilância inteligente, e em inteligência artificial para veículos autônomos, nos quais os sistemas de visão computacional são fundamentais para interpretar o ambiente e tomar decisões em tempo real. Também é importante na indústria automotiva, para melhorar os sistemas de assistência ao motorista.

Além disso, com a crescente preocupação com a privacidade e segurança dos dados, há uma forte ênfase na ética, especialmente em relação ao uso de tecnologias de reconhecimento facial. Isso exige uma reflexão crítica sobre como a tecnologia pode ser usada para monitorar indivíduos sem violar seus direitos.

1.9 Processamento de Linguagem Natural (PLN)

O Processamento de Linguagem Natural (PLN) utiliza a IA para permitir que máquinas compreendam e gerem a linguagem humana. Essa disciplina cobre áreas como análise de sentimentos, tradução automática e chatbots. O PLN é uma aplicação de IA interdisciplinar que com-

bina linguística, ciências cognitivas e computação, com impactos diretos em comunicação e interação humano-computador (Bengio, 2013). Além disso, os alunos exploram como usar a IA para melhorar a acessibilidade e a eficiência da comunicação em ambientes digitais.

Destaca-se que o Processamento de Linguagem Natural (PLN) é uma disciplina que se dedica ao desenvolvimento de algoritmos capazes de processar e interpretar a linguagem humana. Os principais tópicos incluem análise semântica, análise sintática, análise de sentimentos e tradução automática. O PLN tem grande impacto em áreas como assistentes virtuais (ex.: Siri, Alexa), *chatbots* para empresas e ferramentas de tradução em tempo real.

Para entender como a linguagem humana pode ser processada por máquinas, o PLN exige uma combinação de conhecimentos de linguística computacional, estatísticas, e ciência da computação. A interdisciplinaridade é visível, pois, além do conhecimento técnico, os alunos precisam entender como a linguagem é estruturada e como as nuances da comunicação podem ser analisadas e interpretadas de maneira precisa. O PLN também está intimamente relacionado à psicologia cognitiva, especialmente na análise da forma como os humanos processam e interpretam a linguagem.

Em um contexto mais transdisciplinar, o PLN é aplicado em áreas de saúde, para análise de textos médicos, pesquisas científicas e até mesmo em atendimento ao cliente automatizado, em que a IA pode interpretar as perguntas dos consumidores e fornecer respostas precisas. Outra aplicação importante está em sistemas de recomendação de conteúdos, como filmes ou produtos, baseados no comportamento de consumo expresso na linguagem dos usuários.

Além disso, o PLN lida com questões de privacidade de dados e viés algorítmico, sendo fundamental que os profissionais formados compreendam as implicações sociais da implementação dessas tecnologias.

1.10 Computação em Nuvem para IA

A IA aplicada à nuvem envolve plataformas como Amazon Web Services (AWS) e Google Cloud, permitindo que grandes volumes de dados sejam processados em tempo real. Essa disciplina é fundamental para o

desenvolvimento de sistemas de IA em larga escala e exige a integração de áreas como engenharia de software, gestão de recursos de TI e segurança de dados (Armstrong, 2020).

A Computação em Nuvem para IA possibilita a escalabilidade e a implementação de soluções de IA sem a necessidade de infraestrutura local complexa e cara. As plataformas de nuvem como Amazon Web Services (AWS) e Google Cloud oferecem serviços como armazenamento de dados e processamento de IA, que são fundamentais para projetos de Big data e análise em tempo real. A IA aplicada à nuvem é altamente escalável, permitindo que pequenas empresas e grandes corporações possam usar modelos de IA em larga escala sem necessitar de investimentos pesados em hardware.

O conhecimento necessário para a disciplina inclui engenharia de software, gestão de dados e segurança de sistemas em nuvem. A interdisciplinaridade é evidente, pois envolve conhecimentos de sistemas distribuídos, computação paralela e modelagem de dados. A computação em nuvem facilita a integração de IA em diversos setores, desde a saúde, em que a análise de dados médicos pode ser feita em tempo real, até a indústria automotiva, para a otimização de processos de fabricação e a implementação de sistemas de monitoramento remoto.

Além disso, a computação em nuvem também apresenta desafios relacionados à segurança e privacidade dos dados, especialmente com o uso de IA para processar informações sensíveis, como dados pessoais e médicos. Portanto, a abordagem ética e legal é parte essencial do aprendizado dos alunos nessa disciplina.

1.11 Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no curso de IA Aplicada

O curso de pós-graduação em IA Aplicada do IFG se destaca pela sua abordagem interdisciplinar e transdisciplinar, permitindo que os estudantes apliquem os conceitos de IA em diversos contextos e áreas de conhecimento. A IA é aplicada não apenas nas ciências da computação, mas também nas ciências sociais, saúde, engenharia, educação, e direito, criando um espaço fértil para a colaboração entre diferentes campos e a inovação aplicada.

A abordagem transdisciplinar possibilita que os alunos conectem as diversas áreas do saber, promovendo um entendimento mais profundo e uma aplicação mais eficaz das tecnologias de IA. Essa integração de diferentes áreas do conhecimento é crucial para o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficazes para os problemas complexos da sociedade moderna, como a saúde pública, educação personalizada e gestão ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso de pós-graduação em IA Aplicada do IFG se destaca como uma formação inovadora e de vanguarda, preparada para atender às crescentes demandas do mercado de trabalho e da sociedade em um contexto cada vez mais digital. A integração de disciplinas fundamentais, como aprendizado de máquina, visão computacional, processamento de linguagem natural, e computação em nuvem, proporciona aos alunos uma compreensão profunda e multidimensional da inteligência artificial. Além disso, o enfoque em ética e impactos sociais prepara os estudantes para lidar com os desafios complexos que surgem com o uso dessas tecnologias, garantindo que seus desenvolvimentos sejam não apenas eficazes, mas também responsáveis e justos.

A interdisciplinaridade e transdisciplinaridade presentes no currículo do curso representam um diferencial fundamental, permitindo que os alunos integrem conhecimentos de áreas como ciências sociais, engenharia, biotecnologia e educação. Isso não apenas amplia as fronteiras da aplicação da IA, mas também garante que os alunos adquiram uma visão holística, capaz de enfrentar problemas reais e complexos, como o desemprego tecnológico, viés algorítmico e privacidade de dados. Esse modelo de ensino visa não apenas a formação técnica, mas também o desenvolvimento crítico e ético, preparando os profissionais para serem líderes na aplicação de IA de forma equitativa e socialmente responsável.

O futuro da inteligência artificial está cada vez mais entrelaçado com o futuro das profissões, das indústrias e da sociedade como um todo. A formação proporcionada pelo IFG posiciona seus graduados

como protagonistas na transformação digital, não apenas em termos de desenvolvimento tecnológico, mas também no que diz respeito à criação de soluções inovadoras que impactem positivamente a sociedade. À medida que a IA se expande para novos setores, desde a saúde até a educação, a capacidade de formar profissionais capacitados e éticos será crucial para garantir que essa revolução tecnológica beneficie a todos, sem deixar ninguém para trás.

Concluindo, o curso de IA Aplicada do IFG, com sua abordagem de excelência acadêmica, contribui significativamente para o avanço da pesquisa e desenvolvimento tecnológico no Brasil, posicionando-se como um dos principais centros de excelência nacional em inteligência artificial. A formação de profissionais altamente qualificados e éticos capacitados pela instituição tem um impacto direto no desenvolvimento do setor de tecnologia no país, fortalecendo a independência tecnológica do Brasil e promovendo a inovação em áreas-chave como saúde, educação e sustentabilidade. Ao formar líderes em IA, o IFG está não apenas contribuindo para o crescimento acadêmico e tecnológico, mas também para a competitividade global do Brasil no cenário de IA, tornando-o um agente transformador para a economia digital nacional.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, P. **Cloud Computing for AI**. New York: McGraw-Hill Education, 2020.

BENGIO, Y. Learning Deep Architectures for AI. **Foundations and Trends in Machine Learning**, v. 2, n. 1, p. 1-127, 2013.

BRUHN, A.; LUMBARD, H.; KELLY, L. **Computer Vision:** Algorithms and Applications. Springer, 2003.

FREITAS, L. P.; NASCIMENTO, J. A.; SANTOS, M. M. Inteligência artificial no ensino técnico: estudo comparativo entre duas metodologias no ensino remoto. **Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 21, p. e11456, 2021. DOI: 10.15628/rbept.2021.11456.

HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R.; FRIEDMAN, J. **The Elements of Statistical Learning:** Data Mining, Inference, and Prediction. 2. ed. New York: Springer, 2009.

KURZWEIL, R. **The Age of Spiritual Machines:** When Computers Exceed Human Intelligence. Viking, 1999.

LEÃO, J. J. C. C.; ALMEIDA, F. F. Aprendizado adaptativo com inteligência artificial: como a IA pode ajudar a personalizar o ensino? **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 93-107, 2022. DOI: 10.15628/rbie.2022.9307.

LUCKIN, R.; HOLMES, W. **Intelligence Unleashed:** An argument for AI in Education. 2016. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/Intelligence-Unleashed%3A-An-argument-for-AI-in-Luckin-Holmes. Acesso em: 17 jun. 2023.

MITCHELL, M. **An Introduction to Genetic Algorithms**. Cambridge: MIT Press, 1998.

MORAES, C. A.; SOUSA, L. G. Desafios na implementação de IA na educação: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 22, p. 87-102, 2021. DOI: 10.15628/rbept.2021.11287.

O'NEIL, C. **Weapons of Math Destruction:** How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. Crown Publishing Group, 2016.

PEREIRA, T. L.; CASTRO, A. S. O impacto da IA no futuro da educação superior: tendências e desafios. **Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 24, p. 132-145, 2023. DOI: 10.15628/rbept.2023.124145.

RIBEIRO, F. A.; ALMEIDA, M. R. Dificuldades e desafios no ensino de inteligência artificial em cursos de pós-graduação. **Educação e Tecnologia**, v. 4, n. 6, p. 57-74, 2022. DOI: 10.15628/edutech.2022.56474.

SILBERBERG, A.; LEBEDEV, M. **Deep Learning for Computer Vision**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2020.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**. 2. ed. Chichester: Wiley, 2009.

WEF (World Economic Forum). **The Future of Jobs Report 2023**. Genebra: Fórum Econômico Mundial, 2023. Disponível em: https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/digest/. Acesso em: 18 jun. 2023.

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, TECNOLÓGICA E SUPERIOR: HISTÓRIA E DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MT NA ERA DA ECONOMIA 4.0

Allan Kardec Pinto Acosta Benitez
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
allanbenitez@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/8619462859504036

Jenaina Nasser
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
jenainanasser@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/6071728338663703

Julianne Caju de Oliveira Souza Moraes
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
juliannecaju@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/9598302986599381

Teonas de Meneses Moura
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci/MT)
teonasmoura@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/6718231613204408

Resumo: O presente artigo discute o papel estratégico da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no desenvolvimento socioeconômico de Mato Grosso, com base em revisão de literatura e análise de documentos oficiais dos governos estadual e federal. Abordam-se as políticas públicas implementadas ao longo dos anos, seus impactos nos processos de ensino-aprendizagem e os desafios enfrentados, especialmente no que tange à integração entre sistemas tecnológicos de computação e de produção. As evidências apontam que tanto a EPT quanto a educação superior têm sido fundamentais para a modernização da economia mato-grossense, sobretudo diante das exigências da economia 4.0 e da transição para práticas mais sustentáveis. A partir de 2025, destaca-se o novo Fundeb (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica), que passa a considerar o duplo cômputo de matrículas de estudantes matriculados em cursos integrados ao Ensino Médio, o que representa um avanço significativo na valorização da EPT. A trajetória econômica de Mato Grosso, que evoluiu de um modelo extrativista e de subsistência para uma economia diversificada, centrada no agronegócio, requer cada vez mais profissionais qualificados e inovação tecnológica. Nesse contexto, a formação técnica e superior revela-se essencial para promover um desenvolvimento sustentável, ancorado na responsabilidade social e no uso ético da inteligência artificial e de outras tecnologias emergentes.
Palavras-chave: Educação Profissional e Tecnológica. Desenvolvimento sustentável. Políticas públicas. Economia 4.0. Mato Grosso.

Abstract: *This article discusses the strategic role of Professional and Technological Education (EPT) in the socioeconomic development of Mato Grosso, based on a literature review and analysis of official documents from the state and federal governments. It addresses the public policies implemented over the years,*

their impacts on teaching-learning processes, and the challenges faced, especially with regard to the integration of computer and production technology systems. Evidence indicates that both EPT and higher education have been fundamental to the modernization of the economy of Mato Grosso, especially in view of the demands of the 4.0 economy and the transition to more sustainable practices. Starting in 2025, the new Fundeb (Fund for the Maintenance and Development of Basic Education) stands out, which will consider the double counting of enrollments of students enrolled in courses integrated with high school, which represents a significant advance in the appreciation of EPT. Mato Grosso's economic trajectory, which has evolved from an extractive and subsistence model to a diversified economy centered on agribusiness, increasingly requires qualified professionals and technological innovation. In this context, technical and higher education are essential to promote sustainable development, anchored in social responsibility and the ethical use of artificial intelligence and other emerging technologies.
Keywords: *Professional and Technological Education. Sustainable development. Public policies. Economy 4.0. Mato Grosso.*

INTRODUÇÃO

Para entender a economia contemporânea de Mato Grosso, é fundamental conhecer o seu desenvolvimento histórico e sua relevância nos cenários nacional e internacional. Essa trajetória ao longo do tempo não apenas moldou as bases econômicas atuais, como também oferece caminhos para enfrentar os desafios futuros e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.

Sabemos que o desenvolvimento econômico de Mato Grosso, ao longo de sua história, esteve intrinsecamente ligado à exploração de recursos naturais e à adaptação às demandas globais (Mendes, 2015). O que precisa ser investigado com mais atenção, no entanto, é a importância da educação profissional e tecnológica (EPT) e da educação superior como pilares fundamentais no impulsionamento, modernização e diversificação da economia do estado.

Nessa perspectiva, para o desenvolvimento deste artigo, utilizaram-se documentos oficiais do estado de Mato Grosso e do governo federal e realizou-se revisão da literatura das ciências sociais, da computação e das ciências aplicadas. Este artigo é, portanto, de cunho bibliográfico e documental. A abordagem é qualitativa, pois propõe-se neste trabalho a compreensão dos contextos históricos e sociais e a

relação com o fenômeno analisado (Minayo, 2014), no caso aqui, o papel da educação profissional e tecnológica com o desenvolvimento do estado de Mato Grosso.

A educação é de extrema importância tanto para o desenvolvimento individual quanto para o progresso socioeconômico regional ao longo do tempo. No caso da EPT, ela prepara indivíduos para atender às demandas do mercado de trabalho, fornecendo habilidades técnicas específicas que são essenciais em diversos setores da economia. Isso ajuda a reduzir o desemprego e a aumentar a empregabilidade, especialmente em áreas que exigem conhecimentos técnicos e práticos.

Nesse cenário, a educação profissional e tecnológica acompanha a evolução econômica e social do Brasil, desde o período colonial até a contemporaneidade. A formação de mão de obra qualificada sempre foi crucial para atender às necessidades da produção e do país. Inicialmente, a educação profissional brasileira se concentrava na transmissão de conhecimentos e habilidades de artesãos ao longo das gerações. Com o advento da Primeira Revolução Industrial no século XVIII, tornou-se fundamental qualificar trabalhadores para atender às demandas das indústrias emergentes.

Atualmente, a Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, caracteriza-se pela integração de tecnologias avançadas como inteligência artificial, robótica, internet das coisas, *blockchain*, impressão 3D e sistemas ciberfísicos, transformando profundamente o mercado de trabalho e exigindo novas competências dos profissionais. Para enfrentar esses desafios, é essencial desenvolver habilidades digitais, domínio de tecnologias de alto impacto, mentalidade empreendedora e uma combinação de competências técnicas e interpessoais, promovendo a adaptação e resiliência dos trabalhadores diante das rápidas mudanças tecnológicas e organizacionais (Rotatori *et al.*, 2020; Saari *et al.*, 2021; Kergroach, 2017; Kumar; Ekren, 2020; Panait *et al.*, 2022; Hassoun *et al.*, 2022).

No início do século XX, a educação operária ganhou destaque com cursos voltados para o ensino de ofícios e habilidades técnicas. Paralelamente, surgiram cursos técnicos em áreas como magistério, enfermagem e contabilidade, buscando suprir a demanda social por profissionais qualificados em setores-chave. Contudo, Fischer e Waiandt (2012) argumen-

tam que o ensino profissional e o ensino acadêmico, embora tenham surgido juntos, se distanciaram gradualmente, refletindo as desigualdades da sociedade brasileira.

Historicamente, o acesso à educação superior no Brasil era um privilégio da elite. Já o ensino profissional foi concebido para as classes menos favorecidas, focado na formação para "os ofícios e as artes" (Otranto, 2013, p. 92). Essa dualidade, no entanto, não impediu o surgimento de iniciativas de alta qualidade.

Otranto (2013) ressalta que, apesar da estigmatização, instituições como os liceus de artes e ofícios, escolas técnicas e escolas normais se destacaram. Elas foram cruciais na formação de técnicos e professores, impulsionando competências especializadas essenciais para o mercado de trabalho da época.

Vale salientar que as políticas educacionais de cada período tiveram um papel direto no desenvolvimento do ensino profissional. Um exemplo marcante é a Lei Orgânica do Ensino Industrial de 1942, que estabeleceu as diretrizes para a organização e o funcionamento do ensino industrial no país, buscando alinhá-lo diretamente às necessidades do mercado de trabalho. Fischer (2012, p. 95) aponta que, a partir desse ano, formalizou-se a vinculação do ensino industrial à estrutura educacional do país, permitindo que alunos formados em cursos técnicos ingressassem no ensino superior.

A partir da década de 1990, a educação profissional enfrentou um período de desestímulo, marcado pela redução de investimentos e pela desvalorização dos cursos técnicos. A reforma educacional implementada no final da década de 1990 (Noma; Lima, 2009) inaugurou uma nova fase para a educação profissional no Brasil. Após um período de declínio, a política pública redirecionou sua prioridade para a formação de profissionais técnicos para o mercado de trabalho. Dados do Ministério da Educação (MEC, 2022) revelam, no entanto, um aumento significativo na procura por cursos técnicos nos últimos anos, refletindo uma crescente conscientização sobre a importância da qualificação profissional.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Contexto histórico da educação profissional e tecnológica em Mato Grosso

Em Mato Grosso, em meados de 1995, uma delegação mato-grossense visitou os Estados Unidos, o que gerou o embrião para a educação profissional existente atualmente. Assim, a educação profissional começou a ser estruturada no estado por meio do Decreto nº 55, de 24 de março de 1999 (Mato Grosso, 1999), quando o então governador Dante Martins de Oliveira criou os Centros Públicos de Formação Profissional (Cenfors) em sete municípios de Mato Grosso: Alta Floresta, Barra do Garças, Cáceres, Juara, Matupá, Rondonópolis e Tangará da Serra.

Em 2004, a Lei Complementar nº 152, de 9 de janeiro de 2004 (Mato Grosso, 2004), transformou o Fundo Estadual de Educação Profissional e Tecnológica (FEEP) em entidade autárquica com o objetivo de subsidiar a educação profissional no estado e criou a autarquia Ceprotec-MT (Centro Estadual de Educação Profissional e Tecnológica de Mato Grosso) através da Lei Complementar nº 153/2004, com o objetivo de capacitar jovens e adultos com cursos que vão da qualificação básica ao ensino superior tecnológico, bem como promover a educação continuada, pesquisa e inovação, integrando a comunidade ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Inicialmente foram criadas as Unidades de Ensino Descentralizadas de Alta Floresta, Barra do Garças, Diamantino, Rondonópolis, Sinop e Tangará da Serra. Nominalmente foram criadas Pontes e Lacerda e Confresa, mas não chegaram a funcionar, conforme pode ser observado no Decreto nº 2442, de 26 de janeiro de 2004.

Para estruturar o funcionamento do Ceprotec, a referida lei, em seu artigo 40, incorporou a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação ao sistema estadual de ensino. Adicionalmente, o artigo 42 instituiu a Câmara de Educação Profissional e Tecnológica no âmbito do Conselho Estadual de Educação de Mato Grosso, com o objetivo de regular os atos autorizativos para a oferta de cursos.

Na fase inicial, foram ofertados cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores em cada Ceprotec de acordo com as deman-

das regionais e cursos técnicos de nível médio como edificações, patologia, informática, higiene dental, análises clínicas, enfermagem e turismo. Com a realização de pesquisas de demandas e estabelecimento de parcerias com os municípios, a oferta de cursos foi sendo gradativamente ampliada para cursos como técnico em vendas, administração, gerência em saúde e hotelaria.

Em 2008, a autarquia Ceprotec foi extinta por meio da Lei Complementar nº 300/2008. Posteriormente, a Lei Complementar nº 374 conferiu nova denominação às unidades de ensino, que passaram a se chamar Escolas Técnicas Estaduais de Educação Profissional e Tecnológica (ETECs). A partir de 2013, foram instituídos programas e políticas nacionais voltadas à ampliação do acesso à educação profissional, como o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec). Atualmente, a Educação Profissional e Tecnológica no Brasil é regulamentada pela Resolução CNE/CP nº 01/2021, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a organização e o funcionamento dos cursos técnicos e tecnológicos.

Em Mato Grosso, a expansão da rede de ETECs tem se intensificado nos últimos anos. As 17 escolas foram criadas por lei desde 2009, mas apenas nos últimos anos passaram a ser efetivamente implantadas. Em 2023, havia 12 unidades em funcionamento; em 2024, o número passou para 15; e, em 2025, o estado alcançou a meta de 17 unidades em plena atividade. Com essa ampliação, a capacidade de atendimento aumentou de 4 mil para 7 mil estudantes em cursos técnicos e profissionalizantes, sob a gestão da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci).

Atualmente, as ETECs estão presentes nos municípios de Água Boa, Alta Floresta, Barra do Garças, Cáceres, Campo Verde, Cuiabá, Diamantino, Juara, Lucas do Rio Verde, Matupá, Poxoréu, Primavera do Leste, Rondonópolis, Sinop, Sorriso, Tangará da Serra e Várzea Grande, o que evidencia o compromisso do governo estadual com a valorização da Educação Profissional e Tecnológica como estratégia de desenvolvimento.

Mato Grosso conta ainda, desde o ano de 2008, com o Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), que tem origem relacionada a um processo de evolução das escolas técnicas e, posteriormente, da criação dos Institutos Federais em todo o Brasil, com a reestruturação da educação profissional no país.

A trajetória da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) em Mato Grosso reflete um processo histórico de reestruturação institucional, marcado por significativas transformações políticas, pedagógicas e administrativas, em consonância com os reordenamentos nacionais voltados à valorização da formação técnica e tecnológica. Desde o final da década de 1960, as instituições voltadas à EPT no estado vêm sendo impulsionadas por políticas públicas federais que buscam articular qualificação profissional, desenvolvimento regional e inclusão educacional (Rabelo, 2015; Frigotto, 2009).

Antes da criação do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), formalizado pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, a capital já contava com experiências formativas importantes, como a Escola de Aprendizes Artífices de Mato Grosso (EAAMT), posteriormente denominada Liceu Industrial de Mato Grosso (LIMT), depois Escola Industrial de Cuiabá (EIC) e, mais tarde, Escola Técnica Federal de Cuiabá (ETF-Cuiabá), fundada em 1968. Em 2002, essa instituição foi transformada no Centro Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso (Cefet-MT), em consonância com as diretrizes nacionais de expansão da educação técnica articulada à ciência e tecnologia.

Convém destacar que essas instituições cumpriram papel estratégico na formação de trabalhadores e trabalhadoras, contribuindo para o fortalecimento da base produtiva local e para a constituição de um projeto de desenvolvimento regional. Conforme destacam Frigotto e Ciavatta (2005), a educação técnica brasileira historicamente oscilou entre propostas de formação omnilateral e iniciativas voltadas à adaptação da força de trabalho às demandas do capital. No caso mato-grossense, esses espaços também atuaram como vetores de inclusão educacional e de apoio às políticas de interiorização e modernização agrícola e industrial.

No entanto, para além da lógica economicista que permeia parte das políticas de EPT, é fundamental reconhecer as potências formativas mais amplas que tais instituições carregam. Como destaca Arroyo (2012), pensar a educação a partir das juventudes que habitam os territórios implica superar visões utilitaristas e reducionistas, assumindo o compromisso de reconhecer os sujeitos em sua historicidade, diversidade e potência criadora. Nesse sentido, a EPT pode (e deve) ser espaço de articulação entre saberes técnicos, humanísticos e sociais.

Nesse contexto, com unidades em várias cidades do estado, como Cuiabá, Várzea Grande, Cáceres, Rondonópolis, Sinop, Sorriso e outras, o IFMT tem se consolidado como um importante polo educacional, oferecendo uma formação de qualidade e contribuindo para o desenvolvimento regional por meio da educação técnica e profissionalizante.

No contexto do cenário nacional, Mato Grosso apresenta particularidades que influenciam o desenvolvimento da educação profissional e tecnológica. A economia estadual, no período colonial (séculos XVII e XVIII), era muito dependente do ouro. A partir da segunda metade do século XVIII, as minas começaram a se esgotar, levando a uma crise econômica na região (Mendes, 2015).

Paralelamente à mineração, a agricultura de subsistência era praticada para garantir o sustento da população local. Cultivos como mandioca, milho e feijão eram essenciais para alimentar os colonos e os escravizados. A produção agrícola, no entanto, era limitada e voltada principalmente para o consumo interno, devido ao isolamento da região e às dificuldades de transporte.

A pecuária começou a se desenvolver como uma atividade complementar à mineração, fornecendo carne, couro e animais de transporte para as vilas e povoados. Essa atividade, no entanto, era incipiente comparada a outras regiões do Brasil (Mendes, 2015).

O comércio na região colonial de Mato Grosso também era limitado devido ao isolamento geográfico. A distância dos grandes centros econômicos do Brasil colonial e a falta de infraestrutura dificultavam o transporte de mercadorias. O comércio era realizado principalmente por meio de rotas fluviais, como os rios Paraguai, Cuiabá e Tietê, que conectavam Mato Grosso a outras regiões (Mendes, 2015). O que se percebe é que o período colonial estabeleceu as bases para a ocupação do território de Mato Grosso como fronteira nacional (Campos, 2015). Também deixou um legado que influencia a economia estadual nos séculos seguintes.

Com o passar dos anos, Mato Grosso evoluiu de uma base extrativista para uma economia diversificada, com ênfase no agronegócio. Foi com a revolução agrícola a partir da década de 1970, que transformou o Cerrado em um dos maiores celeiros do mundo, até a incorporação de inovações tecnológicas no agronegócio, na indústria e na gestão de recursos naturais, que a educação profissional e tecnológica e o

ensino superior estadual se consolidaram como aliados estratégicos para superar desafios e promover crescimento sustentável. Esse legado histórico decorrente de muita pesquisa é a base da economia contemporânea, garantindo um papel central na segurança alimentar global e na balança comercial brasileira.

Nessa perspectiva, o lugar que Mato Grosso passou a ocupar nas últimas décadas na economia nacional foi conquistado graças à parceria com diversas instituições, o que permitiu a adoção de técnicas avançadas, como o plantio direto, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e o uso de sementes geneticamente modificadas, entre outros.

1.2 Educação profissional, inovações tecnológicas e marcos legais

As inovações desenvolvidas ao longo do tempo aumentaram significativamente a produtividade e a competitividade do agronegócio mato-grossense, tornando-o um modelo para outras regiões do país e do mundo. Mais recentemente, o estado tem buscado diversificar suas atividades, impulsionado pelo aprendizado acumulado ao longo dos anos. Setores como a indústria de processamento de alimentos, bioenergia (etanol e biodiesel), mineração e turismo têm ganhado espaço, contribuindo para reduzir a dependência de *commodities* e criar novas oportunidades de crescimento. Esse processo de diversificação é diretamente influenciado pela experiência histórica do estado em adaptar-se às mudanças econômicas e tecnológicas.

Importante lembrar ainda que o desenvolvimento histórico da economia de Mato Grosso também evidenciou a necessidade de investimentos em infraestrutura, como rodovias, ferrovias e portos, para escoar a produção agropecuária. Esses investimentos, que foram sendo realizados ao longo do tempo, são essenciais para a competitividade atual do estado, reduzindo custos e integrando Mato Grosso aos mercados nacional e internacional. E tudo isso é viabilizado a partir de muita pesquisa e ciência.

A trajetória histórica de Mato Grosso também inclui desafios relacionados ao desmatamento e à degradação ambiental. As lições aprendidas ao longo dos anos levaram a uma maior conscientização sobre a importância do desenvolvimento sustentável. Atualmente, o estado

é referência em políticas de conservação, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e programas de recuperação de áreas degradadas, que buscam conciliar produção agropecuária com preservação ambiental. Esse equilíbrio é crucial para a economia contemporânea, especialmente diante das demandas globais por práticas sustentáveis.

Vale salientar que o desenvolvimento histórico de Mato Grosso permitiu ao estado consolidar-se como um protagonista global no mercado de *commodities*. A experiência acumulada em produção em larga escala, gestão de cadeias produtivas e adaptação às demandas internacionais posicionou Mato Grosso como um dos principais exportadores do Brasil. Essa inserção global é vital para a economia contemporânea, garantindo receitas e estabilidade econômica.

A educação profissional e tecnológica e o ensino superior estadual têm sido aliados estratégicos nessa transformação, ajudando a superar desafios, formando profissionais críticos com habilidades para atuar na promoção do desenvolvimento sustentável e inclusivo. Além disso, o contexto da economia 4.0 tem pedido mudanças nas áreas econômicas e educacionais. Para que os profissionais atendam às demandas da confluência entre a inteligência artificial, as tecnologias digitais, a computação em nuvem, a automação, a *big data*, faz-se necessário formar e capacitar profissionais com competências e habilidades especializadas e socioemocionais que atendam às demandas de todo o sistema tecnológico digital de produção.

Verifica-se que a criação da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci) pela Lei Complementar nº 96/2021 foi um marco importante para o desenvolvimento da educação profissional em Mato Grosso. A secretaria tem como objetivo promover a articulação entre a educação, a ciência, a tecnologia e a inovação, buscando impulsionar o desenvolvimento econômico e social do estado.

Segundo dados da Seciteci (2023), o número de matrículas nas Escolas Técnicas Estaduais de Mato Grosso aumentou 15% nos últimos cinco anos, demonstrando o crescente interesse da população pela formação técnica. Um estudo realizado pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT, 2021) aponta que os egressos das ETECs possuem uma taxa de empregabilidade superior à média nacional, evidenciando a qualidade da formação oferecida.

Apesar dos avanços alcançados, a educação profissional e tecnológica em Mato Grosso ainda enfrenta desafios importantes, sendo um dos principais a necessidade de ampliar o acesso à formação técnica e profissional para jovens e adultos em todo o estado. Para isso, é fundamental expandir a rede de ETECs e fortalecer as parcerias com outras instituições, como a Secretaria de Estado de Educação. A parceria com a Seduc/MT tem sido fundamental para a oferta de itinerários formativos complementares, que possibilitam aos estudantes obterem diplomas de ensino médio e técnico simultaneamente. Essa iniciativa tem como objetivo formar jovens com dupla qualificação, preparando-os para o mercado de trabalho e para o ensino superior.

1.3 Desafios da Economia 4.0

Outro desafio importante é a necessidade de adequar a oferta de cursos técnicos às demandas dos mercados de trabalho local e regional. É fundamental que as ETECs ofereçam cursos que atendam às necessidades das empresas e dos setores produtivos do estado. Para isso, é importante realizar estudos e pesquisas sobre as demandas do mercado de trabalho e promover a articulação entre as ETECs e as empresas. Além disso, é crucial superar a visão dualista da educação profissional, buscando uma formação mais integrada e que prepare os estudantes não apenas para o mercado de trabalho, mas também para o exercício da cidadania.

Como argumenta Oliveira (2001), a educação profissional não deve ser vista apenas como um mecanismo para atender às demandas do setor produtivo, mas como um instrumento de democratização do conhecimento e de formação integral do cidadão. A expansão planejada da rede de ETECs para os 142 municípios do Estado, com apoio de iniciativas público-privadas, é uma estratégia-chave para ampliar o alcance e a eficácia da educação profissional em Mato Grosso. A meta é levar a educação profissional para todas as regiões do estado, oferecendo oportunidades de formação para jovens e adultos em todas as cidades.

É importante destacar que esses desafios não podem ser esquecidos, pois a formação tecnológica fomenta a inovação, capacita profissionais a desenvolver novas tecnologias, processos e soluções que podem impulsionar a competitividade das empresas e do país no cenário global. Profissionais qualificados são fundamentais para a adoção e adaptação de

novas tecnologias, dentre elas, a inteligência artificial. A educação profissional e tecnológica é uma das ferramentas para os desafios e as oportunidades do desenvolvimento sustentável.

A EPT oferece oportunidades para pessoas de diferentes origens socioeconômicas, permitindo que adquiram habilidades que podem melhorar suas condições de vida. É uma via importante para a inclusão de jovens e adultos que não tiveram acesso ao ensino tradicional, mas que podem se qualificar para empregos com melhor remuneração. Com as rápidas transformações tecnológicas nos últimos anos, muitas profissões estão se tornando obsoletas, enquanto novas surgem. A EPT, nesse sentido, ajuda os trabalhadores a se adaptarem a essas mudanças, garantindo que estejam sempre atualizados com as demandas do mercado. Além disso, atrai investimentos estrangeiros, já que empresas buscam locais com mão de obra especializada.

Além de formar profissionais para o mercado de trabalho, a educação profissional e tecnológica também capacita indivíduos a empreender, criando seus próprios negócios e gerando empregos para outras pessoas. Isso é especialmente relevante em regiões com menos oportunidades de emprego formal. Diferentemente da educação tradicional, que muitas vezes é mais teórica, a educação profissional e tecnológica combina teoria e prática, preparando os estudantes para enfrentar desafios reais do mundo do trabalho, como a usar a inteligência artificial para o desenvolvimento da ciência, da pesquisa, da agricultura 4.0, bem como a mitigar os desafios éticos e sociais.

Desde a Constituição Federal de 1988, a educação profissional e tecnológica passou a contar com um novo status: a de direito fundamental do cidadão, que deve ser garantido com prioridade. A EPT também foi regulamentada pela Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB), Lei número 9.394/1996, e deve estar integrada à educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia. A LDB reconhece a educação profissional como uma modalidade educativa integrada aos diferentes níveis e modalidades de ensino (básico e superior). Isso significa que ela não é vista como algo isolado, mas como parte do sistema educacional brasileiro, permitindo que seja oferecida de forma articulada com o ensino regular ou como cursos independentes, atendendo às demandas do mercado de trabalho e às necessidades dos estudantes.

Para garantir a qualidade e a relevância dos cursos oferecidos, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional e Tecnológica foram definidas pela Resolução CNE/CP nº 1, de 5 de janeiro de 2021 (Brasil, 2021). Essa resolução, homologada pelo Ministério da Educação (MEC) após aprovação em novembro de 2020, orienta os sistemas e instituições de ensino em todos os níveis da educação profissional e tecnológica. Essa flexibilidade na oferta, agora pautada por diretrizes claras, permite que os currículos sejam desenvolvidos e adaptados conforme as necessidades regionais e locais, facilitando a adequação às demandas específicas do mercado de trabalho (Brasil, 1996, art. 39, § 1º; Brasil, 2021).

A LDB reforça o princípio da educação como um direito de todos, garantindo que a educação profissional seja acessível a diferentes segmentos da população, incluindo jovens, adultos e trabalhadores que buscam qualificação ou requalificação. Também prevê a integração da educação profissional com a educação de jovens e adultos (EJA), ampliando as oportunidades de formação para quem não concluiu os estudos na idade regular.

A Lei 9.394 serve como base para a criação de outras políticas públicas voltadas à educação profissional, como o Pronatec e demais iniciativas que visam ampliar o acesso à formação técnica e profissional. Portanto, percebe-se que o arcabouço normativo criado a partir da Constituição Federal de 1988 em torno da EPT é essencial para a consolidação da educação profissional no Brasil, pois estabelece diretrizes, promove a inclusão (principalmente de grupos em situação de vulnerabilidade), articula a formação com o mercado de trabalho e garante a flexibilidade necessária para atender às demandas da sociedade.

Na mesma linha, a educação superior estadual também desempenha um papel crucial no desenvolvimento social, econômico e cultural regional. A Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat) foi criada em 1978 e proporciona, desde então, acesso ao ensino superior para uma parcela significativa da população, especialmente para aqueles que não teriam condições de arcar com os custos de instituições privadas ou ingressar em universidades federais. O ensino superior estadual promove a inclusão social e a mobilidade socioeconômica, permitindo que indivíduos de diferentes origens tenham oportunidades iguais de crescimento pessoal e profissional.

A Unemat, muitas vezes, está localizada em regiões nas quais não há outras instituições de ensino. Além do ensino e da pesquisa, a Universidade Estadual desempenha um papel importante na difusão cultural e na extensão universitária, levando conhecimento e serviços à comunidade por estar mais próxima da população. A educação superior estadual é um pilar da democratização do conhecimento, garantindo que o acesso à educação de qualidade não seja privilégio de uma elite, mas um direito de todos. Isso fortalece a democracia e a cidadania, ao promover a formação de indivíduos críticos e informados.

Contamos também com a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), que tem uma história marcada pela sua contribuição ao desenvolvimento acadêmico, científico, cultural e social da região. Ela foi criada em 19 de dezembro de 1970, por meio da Lei nº 5.540, com a proposta de expandir o ensino superior e contribuir para o desenvolvimento de Mato Grosso, que na época estava em processo de crescimento e modernização. A criação da universidade se deu no contexto do movimento de interiorização do ensino superior no Brasil, visando levar educação de qualidade para as diversas regiões do país, especialmente em áreas que antes não possuíam universidades ou centros de ensino superior.

Inicialmente, a UFMT foi implantada na cidade de Cuiabá, a capital do estado, e começou com cursos voltados para as áreas de Ciências Humanas, Ciências Exatas e Ciências Biológicas. Os primeiros cursos oferecidos foram nas áreas de Administração, Ciências Contábeis, Economia, Letras, Física, Biologia e Matemática. A instituição nasceu com um forte compromisso com a formação de recursos humanos qualificados para o mercado de trabalho e, ao longo dos anos, foi se expandindo e diversificando sua oferta acadêmica. Com o tempo, a UFMT expandiu suas atividades para outras regiões do estado de Mato Grosso, abrindo campi em diversas cidades.

Essa expansão foi parte do esforço de interiorização do ensino superior no Brasil, que buscava descentralizar o acesso à educação superior de qualidade e promover o desenvolvimento regional. Além do campus de Cuiabá, a UFMT passou a contar com unidades em Rondonópolis, Sinop, Barra do Garças, e outras cidades, oferecendo cursos de graduação e pós-graduação nessas localidades. A interiorização também foi acompanhada pelo crescimento de sua infraestrutura, com a construção de novos prédios, laboratórios, bibliotecas e centros de pesquisa.

Tanto a EPT quanto a educação superior são fundamentais para a economia de Mato Grosso, que passou por diversas transformações ao longo do tempo, refletindo as mudanças nas atividades produtivas e no contexto histórico do Estado. Isso porque a base econômica de Mato Grosso evoluiu de uma economia extrativista e de subsistência para uma economia diversificada, com forte ênfase no agronegócio. E o presente e o futuro têm reivindicado trabalhos inovadores, que considerem o uso da inteligência artificial de forma responsável e sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações disponibilizadas neste artigo permitem compreender que a Educação Profissional e Tecnológica (EPT), juntamente com a educação superior, tem sido fundamental na modernização da economia de Mato Grosso, especialmente diante das demandas da economia 4.0. Muitas transformações ainda estão por vir, sobretudo com a entrada em vigor, a partir de 2025, do novo Fundeb (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica), que possibilita o duplo cômputo das matrículas de estudantes matriculados em cursos integrados ao Ensino Médio.

Destaca-se ainda a criação de um comitê estadual formado por instituições ofertantes da educação profissional e tecnológica, o que tende a otimizar ainda mais a oferta educacional no estado. Soma-se a isso a inauguração do Parque Tecnológico Mato Grosso, concebido como um marco para o incentivo ao conhecimento científico, ao empreendedorismo e ao desenvolvimento tecnológico. Com investimentos estaduais da ordem de R$ 18,2 milhões, o Parque visa promover pesquisa e inovação, estimulando a cooperação entre instituições de pesquisa, universidades e empresas. Além do Centro de Inovação, o local abrigará diversas instituições públicas e privadas ligadas à área da inovação.

A incorporação de tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA), robótica e programação, tem representado um novo capítulo no desenvolvimento da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) em Mato Grosso, especialmente a partir dos desdobramentos da chamada Indústria 4.0. Esse processo tem exigido não apenas a ampliação da infra-

estrutura física e digital das instituições, mas também uma reformulação gradual das matrizes curriculares, com vistas à formação de profissionais capazes de atuar em ambientes de trabalho cada vez mais automatizados, conectados e orientados por dados.

Nesse cenário, ainda que a introdução dessas temáticas ocorra de forma desigual entre as unidades e cursos, observa-se um movimento de adequação que se expressa na oferta de componentes curriculares voltados à ciência de dados, lógica de programação e fundamentos da IA, com foco em aprendizado de máquina, redes neurais e algoritmos aplicáveis a setores como indústria, saúde e serviços. A adoção de plataformas como Arduino, Raspberry Pi e kits de robótica educacional (como LEGO Mindstorms ou VEX) nos cursos técnicos e tecnológicos tem possibilitado vivências práticas essenciais para a compreensão da automação e da Internet das Coisas (IoT).

Essa transição tecnológica reflete diretamente nas expectativas do mercado por uma força de trabalho mais qualificada, autônoma e criativa, demandando das instituições de ensino uma atuação mais ágil e conectada com os arranjos produtivos locais e regionais. No contexto mato-grossense, onde a economia é fortemente ancorada no agronegócio, logística e setores emergentes de tecnologia da informação, a presença da IA nos currículos da EPT pode contribuir significativamente para a diversificação produtiva e para o desenvolvimento de soluções inovadoras aplicadas à realidade local.

Compreender esse processo histórico e os avanços registrados é essencial para identificar os desafios atuais, como a necessidade de maior valorização da produção local, a redução da dependência de *commodities*, a ampliação da inclusão social e a mitigação da exclusão digital que ainda afeta comunidades rurais e urbanas em situação de vulnerabilidade. Ao mesmo tempo, o legado histórico oferece oportunidades significativas, como o fortalecimento da bioeconomia, o investimento em energias renováveis e a valorização da educação e da pesquisa como motores da inovação.

O desenvolvimento histórico da economia mato-grossense não apenas explica a posição de destaque que o estado ocupa hoje, mas também fornece bases sólidas para enfrentar os desafios contemporâneos e explorar novas possibilidades. A trajetória de transformação do Cer-

rado, a incorporação de tecnologias inovadoras e a busca por sustentabilidade demonstram como o passado influencia diretamente o presente e o futuro econômico da região.

Assim sendo, estudar e compreender essa história, bem como sua inter-relação com a educação profissional, tecnológica e superior, é essencial para o planejamento de políticas públicas voltadas à promoção da inclusão social e digital, ao estímulo de investimentos privados e à construção de estratégias de desenvolvimento que garantam crescimento econômico, redução das desigualdades e preservação ambiental. A EPT tem se mostrado um potente catalisador para o desenvolvimento sustentável de Mato Grosso.

Diante do cenário apresentado, este artigo contribui para os debates propostos pelo dossiê temático "Inteligência Artificial, Educação e Trabalho: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável", ao evidenciar como a Educação Profissional e Tecnológica em Mato Grosso tem incorporado a inteligência artificial, a robótica e a programação de forma estratégica e formativa. Ao mapear políticas públicas, avanços institucionais e práticas pedagógicas, apontamos caminhos concretos para a integração crítica da IA no campo educacional e no mundo do trabalho, em consonância com as demandas da economia 4.0 e com os princípios do desenvolvimento sustentável.

A partir das experiências em curso no estado, destacamos como é possível promover uma formação ética, tecnológica e socialmente comprometida, capaz de enfrentar desigualdades históricas, reduzir a exclusão digital e gerar inovação com responsabilidade ambiental e inclusão social.

REFERÊNCIAS

ARROYO, Miguel. **Ofício de mestre:** imagens e auto-imagens. Petrópolis: Vozes, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Plano Nacional de Educação Profissional e Tecnológica (2014-2024)**. Brasília: MEC/Setec, 2014.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional e Tecnológica. Resolução CNE/CP n. 1, de 5 de janeiro de 2021. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jan. 2021.

CIAVATTA, Maria; FRIGOTTO, Gaudêncio. A formação integrada: escola e trabalho como lugares de memória e de identidade. In: CIAVATTA, Maria; FRIGOTTO, Gaudêncio (org.). **A formação integrada:** escola e trabalho como lugares de memória e de identidade. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, [s.d.].

FRIGOTTO, Gaudêncio. **A crise do capital e a educação:** desafios para a educação pública no Brasil. São Paulo: Cortez, 2009.

KERGROACH, S. Industry 4.0: New Challenges and Opportunities for the Labour Market. **Foresight and STI Governance**, v. 11, n. 4, p. 6-8, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.4.6.8. Acesso em: 5 jun. 2025.

KUMAR, V.; EKREN, B. Engineering education towards industry 4.0. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'20)**. Valência: Universitat Politècnica de València, 2020.

MENDES, Marcos Amaral. **História e Geografia de Mato Grosso**. 4. ed. Cuiabá: Cafarnaum, 2015.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. Verbete Programa de Expansão da Educação Profissional (PROEP). In: **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2001. Disponível em: https://educabrasil.com.br/programa-de-expansao-da-educacao-profissional-proep/. Acesso em: 20 mar. 2025.

MINAYO, M. C. de S.; GUERRIERO, I. C. Z. Reflexividade como éthos da pesquisa qualitativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1103-1112, abr. 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/DgfNdVrZzZbN7rKTSQ8v4qR/?lang=pt. Acesso em: 15 maio 2025.

NETA, O. M. M. S. *et al.* Organização E Estrutura Da Educação Profissional No Brasil: Da Reforma Capanema Às Leis De Equivalência. **Holos**, Natal, v. 4, p. 223–235, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.15628/holos.2018.6981. Acesso em: 5 jun. 2025.

NOMA, A. K.; LIMA, A. C. Reforma do Estado e da educação dos anos 1990. **Roteiro**, Joaçaba, v. 34, n. 2, p. 171-188, jul./dez. 2009. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/pdf/roteiro/v34n02/v34n02a04.pdf. Acesso em: 19 mar. 2025.

OLIVEIRA, E. G. de. **Novos caminhos na educação profissional brasileira?** Fortaleza: Edições UFC, 2014. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/39937. Acesso em: 5 jun. 2025.

OLIVEIRA, R. de. Éramos felizes e não sabíamos: Uma análise da educação profissional brasileira. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, art. 1, jan./abr. 2000.

OLIVEIRA, R. de. A divisão de tarefas na educação profissional brasileira. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 113, p. 185-203, jul. 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-15742001000100010. Acesso em: 5 jun. 2025.

OLIVEIRA, R. de (org.). **Jovens, ensino médio e educação profissional:** Políticas públicas em debate. Campinas: Papirus Editora, 2020.

OTRANTO, C. R. **A Reforma da Educação Profissional e seus Reflexos na Educação Superior**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.proquest.com/openview/802e0efd49d45e029e4e99036d9d9c04/1?cbl=4514812&pq-origsite=gscholar. Acesso em: 17 mar. 2025.

PANAIT, M. *et al.* Innovation through Industry 4.0 – Driving Economic Growth and Building Skills for Better Jobs. **Economic Insights – Trends and Challenges**, Sibiu, v. 11, n. 2, p. 111-119, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.51865/eitc.2022.02.08. Acesso em: 5 jun. 2025.

PELISSARI, L. B. **Educação profissional e neodesenvolvimentismo:** Políticas públicas e contradições. Curitiba: Paco e Littera, 2020.

RABELO, Anelise. Educação profissional e tecnológica: histórico, políticas e desafios. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, v. 36, n. 130, p. 503-520, abr./jun. 2015.

RODRIGUES, J. Ainda a educação politécnica: O novo decreto da educação profissional e a permanência da dualidade estrutural. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 259-282, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1981-77462005000200002. Acesso em: 5 jun. 2025.

ROTATORI, D.; LEE, E.; SLEEVA, S. The evolution of the workforce during the fourth industrial revolution. **Human Resource Development International**, v. 24, n. 1, p. 92-103, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13678868.2020.1767453. Acesso em: 5 jun. 2025.

SILVA, Ana Cláudia da. **Educação profissional e cidadania:** princípios norteadores das políticas públicas educacionais. Curitiba: CRV, 2014.

SOUZA, Jessé. **A elite do atraso:** da escravidão à Lava Jato. Rio de Janeiro: Estação Brasil, 2021.

SOUZA, L. M. de; NETO, A. A. de L. Fazendo Gênero na Educação Profissional: Notas epistemológicas a partir do estado de conhecimento sobre educação profissional e gênero na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (2008-2019). **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 26, n. 4, p. 235-250, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.18764/2178-2229.v26n4p235-250. Acesso em: 5 jun. 2025.

STERING, S. M. dos S. A educação profissional em Mato Grosso na Era Vargas (1937-1945). **Educação e Fronteiras**, Dourados, v. 8, n. 24, p. 96-116, set./dez. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.30612/eduf.v8i24.10254. Acesso em: 5 jun. 2025.

VIEIRA, A. M. D. P.; JUNIOR, A. de S. A educação profissional no Brasil. **Revista Interacções**, Santarém, v. 12, n. 40, p. 119-138, set. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.25755/int.10691. Acesso em: 5 jun. 2025.

WERMELINGER, M.; MACHADO, M. H.; AMÂNCIO FILHO, A. Políticas de educação profissional: Referências e perspectivas. **Ensaio:** Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 15, n. 55, p. 207-222, abr./jun. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-40362007000200003. Acesso em: 5 jun. 2025.

WITTACZIK, L. S. Educação Profissional no Brasil: Histórico. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Curitiba, v. 1, n. 1, art. 1, p. 1-10, jan./abr. 2008. Disponível em: https://doi.org/10.18624/e-tech.v1i1.26. Acesso em: 5 jun. 2025.

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: O PAPEL DO SENAC MATO GROSSO NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS PARA O FUTURO

Sérgio Henrique Pereira de Souza Ramos
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac/MT)
sergio.ramos@mt.senac.br - http://lattes.cnpq.br/4390250239602294
Rosana Abutakka Vasconselos dos Anjos
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac/MT)
rosana.anjos@mt.senac.br - http://lattes.cnpq.br/0439428369048408
Edson Dahmer da Silva
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac/MT)
edson.silva@mt.senac.br - http://lattes.cnpq.br/2674909912435944

Resumo: A Inteligência Artificial (IA) tem impactado profundamente o mundo do trabalho, promovendo mudanças nas dinâmicas profissionais e exigindo novas habilidades técnicas e comportamentais. O Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial de Mato Grosso (Senac-MT) responde a esse desafio oferecendo cursos inovadores que integram conhecimento técnico e aplicação prática, fomentando o letramento digital e uma cultura de inovação, por meio de cursos como "IA For Business – Inteligência Artificial Aplicada à Gestão", "Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com IA" e "Introdução à IA: Inteligência Artificial na Prática". Este estudo, de caráter exploratório, analisa os impactos desses cursos na formação profissional, a partir da revisão de suas propostas curriculares e da aplicação de entrevistas semiestruturadas com os alunos. Os resultados indicam que os cursos contribuem significativamente para o desenvolvimento do letramento digital, ao ampliarem o acesso ao conhecimento tecnológico e promoverem o desenvolvimento de competências técnicas e comportamentais relacionadas ao uso estratégico da inteligência artificial.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Letramento digital. Qualificação profissional. Inovação tecnológica.

Abstract: *Artificial Intelligence (AI) has had a profound impact on the world of work, promoting changes in professional dynamics and requiring new technical and behavioral skills. The National Service for Commercial Training of Mato Grosso (Senac-MT) responds to this challenge by offering innovative courses that integrate technical knowledge and practical application, promoting digital literacy and a culture of innovation, through courses such as "AI for Business – Artificial Intelligence Applied to Management", "Content Marketing on Social Networks with AI" and "Introduction to AI: Artificial Intelligence in Practice". This exploratory study analyzes the impacts of these courses on professional training, based on the review of their curricular proposals and the application of semi-structured interviews with students. The results indicate that the courses*

contribute significantly to the development of digital literacy, by expanding access to technological knowledge and promoting the development of technical and behavioral skills related to the strategic use of Artificial Intelligence.
Keywords: *Artificial Intelligence. Digital Literacy. Professional Qualification. Technological Innovation.*

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem impulsionado transformações significativas no mundo do trabalho, demandando dos profissionais novas competências técnicas e comportamentais adaptadas a um mercado cada vez mais digitalizado e automatizado. Em vista disso, é possível afirmar que a IA desempenha um papel estratégico na qualificação de profissionais para um mercado emergente, cada vez mais digital e orientado por dados.

Ao incorporar ferramentas e metodologias baseadas em IA, os processos formativos ampliam competências técnicas, estimulam a inovação e desenvolvem a capacidade crítica necessária para lidar com os desafios da transformação digital. Essa preparação é essencial para que os profissionais acompanhem as mudanças do mercado e se posicionem de forma proativa e relevante ante as novas demandas do trabalho.

Diante dessa realidade, as instituições educacionais exercem um papel essencial na preparação dos indivíduos para atuar eficazmente neste novo cenário. O Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial de Mato Grosso (Senac-MT) destaca-se nesse contexto, oferecendo cursos inovadores como "IA *For Business* - Inteligência Artificial Aplicada à Gestão", "Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com IA" e "Introdução à IA: Inteligência Artificial na Prática".

Assim sendo, este artigo busca analisar o impacto dessas formações na qualificação profissional dos alunos, investigando especificamente como contribuem para o desenvolvimento do letramento digital e para a promoção de uma cultura de inovação tecnológica. Por meio de uma abordagem qualitativa e exploratória, incluindo a análise das propostas curriculares e entrevistas com alunos participantes, o estudo pretende esclarecer em que medida esses cursos preparam efetivamente os profissionais para os desafios impostos pela crescente automação e pelo uso intensivo da IA no mercado de trabalho. A relevância da pesquisa reside

em compreender a eficácia das estratégias educacionais baseadas em IA, como contributos para a melhoria contínua da formação profissional do presente e para o futuro.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Desafios e oportunidades na utilização da inteligência artificial

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) tem sido pioneira em explorar as implicações da IA para a educação. Por meio de diversos estudos e conferências, a Unesco tem chamado a atenção para a importância de desenvolver soluções de IA que sejam tanto eficazes quanto éticas. "Um dos principais desafios identificados é a necessidade de garantir que a IA seja acessível a todos os estudantes, independentemente de suas condições socioeconômicas" (Unesco, 2019).

Além disso, é fundamental estabelecer um marco ético sólido para o uso da IA na educação, a fim de proteger a privacidade dos dados e evitar o surgimento de novas desigualdades. Para enfrentar esses desafios, a comunidade educacional global tem buscado adaptar os currículos escolares, oferecendo aos estudantes as habilidades necessárias para compreender e utilizar a IA de forma crítica e responsável.

O relatório *Blueprint for Intelligent Economies*, publicado pelo Fórum Econômico Mundial em 21 de janeiro de 2025, enfatiza a urgência de promover uma Inteligência Artificial (IA) equitativa e sustentável no cenário global. A partir de uma abordagem prática, o documento propõe nove objetivos estratégicos para orientar a adoção da IA destacando especialmente três pilares: infraestrutura sustentável, diversidade e qualidade de dados, e salvaguardas éticas robustas. A análise evidencia que tais pilares são fundamentais para garantir que os benefícios da IA não fiquem restritos a regiões ou grupos sociais específicos, mas sim distribuídos de maneira justa e inclusiva.

Conforme explorado por Ertel (2017), a IA representa uma fronteira tecnológica que desafia nossas concepções sobre a inteligência e a autonomia. A capacidade das máquinas de aprender, tomar decisões e,

em alguns casos, até mesmo de se adaptar ao ambiente, nos coloca diante de um conjunto de dilemas éticos e sociais complexos. À medida que a IA se torna cada vez mais integrada em nossas vidas, é fundamental que promovamos um debate aberto e informado sobre os seus impactos, buscando garantir que o desenvolvimento e a utilização dessa tecnologia estejam alinhados com os valores humanos.

Diante desse cenário, a educação profissional emerge como um vetor primordial para a disseminação e construção do conhecimento em IA. É fundamental que as instituições educacionais desenvolvam currículos que não apenas introduzam conceitos de IA, mas também abordem suas implicações éticas, sociais e práticas. Os desafios são numerosos: desde a necessidade de atualização constante dos conteúdos até a formação dos educadores. Além disso, a inclusão de tecnologias emergentes nos ambientes de aprendizagem é crucial para preparar os estudantes para um mercado de trabalho que exige habilidades cada vez mais sofisticadas.

De acordo com uma pesquisa da McKinsey, a automação de processos, impulsionada pela IA, pode levar a mudanças significativas em diversos setores, desde a indústria até os serviços (Mckinsey Global Institute, 2017). Embora os impactos variem de um país para outro, setores como produção, turismo, saúde e educação são frequentemente citados como aqueles que podem experimentar as transformações mais profundas.

Ademais, Mishra e Koehler (2006) ressaltam a relevância do conhecimento tecnológico na prática docente. Para esses pesquisadores, é essencial que os educadores saibam como utilizar eficazmente as ferramentas tecnológicas, em conjunto com seu conhecimento sobre o conteúdo e as abordagens pedagógicas, para maximizar o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, com a introdução da IA nas salas de aula, é necessário ir além das diretrizes teóricas. Em muitos contextos, a IA se torna a própria atividade, para além de um recurso para executar tarefas. Assim, é crucial que os professores desenvolvam uma compreensão técnica e crítica sobre como essas novas tecnologias podem complementar suas práticas diárias.

Embora as ferramentas de IA ofereçam novas possibilidades para a educação, é importante ressaltar que elas não podem substituir completamente o papel do professor. Oportunizar conhecimento é apenas uma das muitas funções desempenhadas por um educador, e a IA, por mais sofisticada que seja, ainda não é capaz de replicar a complexidade

das interações sociais e emocionais que ocorrem em um ambiente de aprendizagem.

Portanto, a educação é essencial para formar cidadãos críticos e preparados para a sociedade. Mais do que desenvolver habilidades técnicas, ela deve incluir a compreensão ética e crítica da inteligência artificial, que já impacta diversos aspectos da vida. Ignorar essa tecnologia nas instituições de ensino é comprometer a preparação dos estudantes para os desafios do futuro.

1.2 Qualificação em IA – explorando os cursos ofertados pelo Senac-MT

Considerando a abordagem qualitativa deste estudo, utilizou-se o método exploratório descritivo para melhor compreender o fenômeno investigatório. Para Severino (2007, p. 123), a "pesquisa exploratória busca 'apenas' levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto". A pesquisa descritiva não tem a pretensão de explicar a realidade descrita, mas expõe características dos fatos observados, definindo melhor sua natureza (Vergara, 1998).

Assim, a pesquisa exploratória descritiva se caracteriza geralmente pela investigação de assuntos com pouco ou nenhum outro estudo realizado anteriormente, na intenção de procurar padrões, ideias ou hipóteses sobre o objeto estudado. Conforme assevera Gil (2002, p. 41), o objetivo principal do estudo exploratório é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. "Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado".

Seguindo a premissa metodológica proposta, foi realizada uma análise detalhada dos cursos "IA *For Business* - Inteligência Artificial Aplicada à Gestão", "Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com IA" e "Introdução à IA: Inteligência Artificial na Prática", ofertados pelo Senac-MT. Além da revisão das propostas curriculares, conduziram-se entrevistas semiestruturadas com os alunos participantes, o que possibilitou um aprofundamento na compreensão de suas percepções sobre os conteúdos e metodologias abordadas. Os cursos analisados foram ofertados

entre os meses de setembro de 2024 e abril de 2025. Já o período de coleta de dados ocorreu entre os dias 11 de abril e 15 de maio de 2025.

1.3 IA *For Business* – Inteligência Artificial Aplicada à Gestão

O curso "IA *For Business* - Inteligência Artificial Aplicada à Gestão" foi desenvolvido para capacitar gestores e profissionais de negócios a integrar a IA em suas operações diárias. Com uma carga horária total de 40 horas, o curso oferece uma abordagem prática e teórica, permitindo que os participantes compreendam não apenas os conceitos fundamentais da IA, mas também suas aplicações práticas no contexto empresarial. Este curso é especialmente relevante para aqueles que desejam aprimorar suas habilidades na utilização dessas tecnologias, a fim de tomar decisões mais informadas e otimizar processos dentro de suas organizações (Senac-MT, 2025).

O curso está estruturado em uma única unidade curricular, que abrange tópicos fundamentais como: Conceitos de IA e suas Aplicações: introdução aos princípios básicos da IA, incluindo *machine learning* e *deep learning*, e discussão sobre como essas tecnologias podem ser aplicadas no ambiente empresarial; Análise de Dados com IA: aprendizado sobre ferramentas de IA para modelagem preditiva e visualização de dados, capacitando os alunos a transformar dados brutos em *insights* valiosos. Automação de Processos: identificação de processos empresariais que podem ser automatizados e utilização de ferramentas de IA para simplificar tarefas repetitivas e operacionais. Projeto Prático: os alunos têm a oportunidade de desenvolver um projeto prático que envolva a aplicação de técnicas de IA em um desafio de gestão real. Este componente prático é essencial para consolidar o aprendizado e garantir que os participantes saiam do curso com habilidades aplicáveis (Senac-MT, 2025).

1.4 Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com IA

O curso "Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com Inteligência Artificial" oferece uma formação abrangente e prática para profissionais que desejam se destacar no ambiente digital atual. Com uma carga horária total de 60 horas, o curso é estruturado para capacitar os participantes a compreender e aplicar técnicas de IA no marketing de con-

teúdo. A proposta do curso é proporcionar uma imersão nos conceitos fundamentais da IA e suas aplicações diretas nas redes sociais. Os alunos aprendem a utilizar ferramentas de IA para análise de dados, identificação de tendências e desenvolvimento de estratégias de criação de conteúdo personalizado, sempre com foco em engajamento e retorno sobre investimento (Senac-MT, 2025).

1.5 Introdução à IA: Inteligência Artificial na Prática

O curso "Introdução à IA: Inteligência Artificial na Prática" tem como proposta capacitar profissionais e entusiastas da tecnologia para atuarem de forma prática e ética no campo da inteligência artificial. Com carga horária de 40 horas, o curso oferece uma imersão nos fundamentos teóricos e nas aplicações reais da IA, promovendo o desenvolvimento de competências essenciais para atuar em diferentes áreas do mercado.

A formação é organizada para apresentar os principais conceitos da IA, como *machine learning*, processamento de linguagem natural (NLP) e visão computacional, aprendendo a implementar algoritmos e resolver problemas práticos em diversos contextos.

O conteúdo aborda temas como modelos supervisionados e não supervisionados, técnicas de análise de texto e imagem, desenvolvimento de *chatbots*, reconhecimento de padrões, entre outros. A metodologia do curso integra exposições dialogadas com atividades práticas em laboratórios e oficinas, promovendo a experimentação e o trabalho em equipe.

Além de promover habilidades técnicas, o curso também incentiva atitudes como a curiosidade, a inovação, a ética e a responsabilidade social no uso da IA. Os participantes são estimulados a refletir sobre os impactos sociais e éticos da tecnologia, promovendo um uso consciente e transformador da inteligência artificial.

Os três cursos adotam a mesma metodologia, que combina aulas expositivas e atividades práticas em laboratório, com análise de casos reais para discussão de desafios e soluções na aplicação da IA. A avaliação é contínua, baseada na frequência e no cumprimento dos indicadores e desenvolvimento das competências. Ao final, os participantes estarão preparados para aplicar técnicas de inteligência artificial em suas áreas, promovendo inovação e melhoria nas organizações.

Para atender aos pressupostos deste estudo, foram realizadas entrevistas com 54 dos 80 alunos aprovados nos respectivos cursos, conduzidas de forma semiestruturada, respeitando a autonomia e disponibilidade dos participantes, com o objetivo de compreender suas percepções acerca dos conteúdos estudados e os impactos formativos da experiência educacional voltada à inteligência artificial.

No que se refere ao perfil dos respondentes, observou-se uma leve predominância do público feminino, representando 56,6% (30 participantes), enquanto o público masculino correspondeu a 43,4% (24 participantes). Esse dado indica uma significativa presença feminina em formações voltadas à tecnologia e inovação, áreas tradicionalmente associadas a uma participação masculina mais expressiva, o que pode ser interpretado como um avanço no processo de inclusão de mulheres no campo da tecnologia.

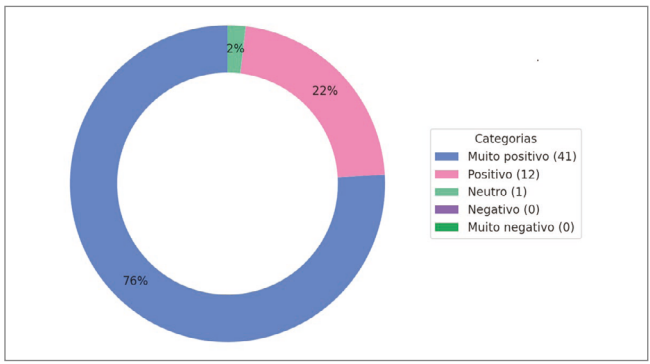
Quanto à localização geográfica, os participantes residem em diferentes municípios do estado de Mato Grosso, com destaque para três cidades-polo: Cuiabá, com 50,9% dos respondentes (27 participantes), Sinop, com 26,8% (15 participantes) e Rondonópolis, com 15,1% (8 participantes). Os demais participantes pertencem a cidades de Cáceres, Colíder e Barra do Garças. A forte presença de participantes da capital reflete a centralidade de Cuiabá como núcleo formador, enquanto a representação de municípios do interior confirma o alcance regional dos cursos ofertados, evidenciando o esforço do Senac-MT em promover a interiorização do conhecimento em inteligência artificial.

Em relação aos cursos realizados, a maioria dos participantes (39,6%) concluiu o curso *Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com IA*, seguido por *Introdução à IA: Inteligência Artificial na Prática*, com 34%, e *IA for Business – Inteligência Artificial Aplicada à Gestão*, com 26,4%. Essa distribuição revela uma demanda relevante por competências aplicadas à comunicação digital e ao marketing, ao mesmo tempo que indica o interesse dos profissionais por fundamentos técnicos e gerenciais relacionados à aplicação prática da IA no ambiente organizacional.

De modo geral, os alunos entrevistados apresentaram percepção positiva sobre o impacto da inteligência artificial na sua formação profissional, com predominância de 76% da avaliação "muito positiva" e 22% "positiva". Apenas um aluno respondeu de forma neutra, indicando que a IA é amplamente vista como um recurso que contribui significa-

tivamente para o desenvolvimento de competências e preparação para o mercado de trabalho, conforme ilustra o Gráfico 1.

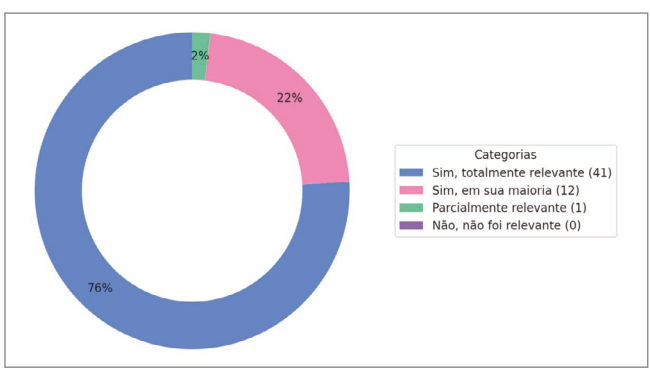
Gráfico 1 - Impacto da IA na formação profissional



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Em sua maioria, 41 alunos consideraram o conteúdo abordado no curso como totalmente relevante para sua área de atuação ou interesse profissional. Houve também 12 respostas indicando que o conteúdo foi relevante em sua maioria, e apenas uma resposta apontou a relevância parcial. Esses resultados evidenciam que o curso atende às expectativas dos estudantes em relação à aplicabilidade prática e ao alinhamento com suas necessidades profissionais, como expressa o Gráfico 2.

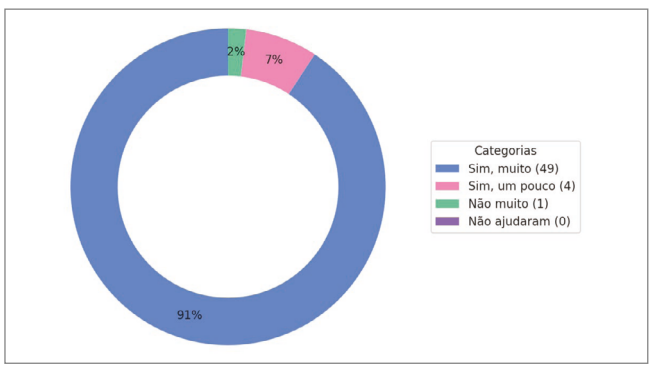
Gráfico 2 - Relevância dos conteúdos abordados



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Uma parcela expressiva de 49 alunos avaliou que as atividades práticas foram muito eficazes para o aprendizado sobre inteligência artificial, destacando a importância do ensino prático na compreensão dos conteúdos abordados. Apenas uma pequena parte de cinco alunos relatou que as atividades ajudaram "um pouco" ou "não muito". Esses dados, evidenciados pelo Gráfico 3, indicam que o uso de atividades práticas é fundamental para o desenvolvimento das competências relacionadas à IA, facilitando a assimilação do conhecimento e promovendo maior engajamento dos estudantes.

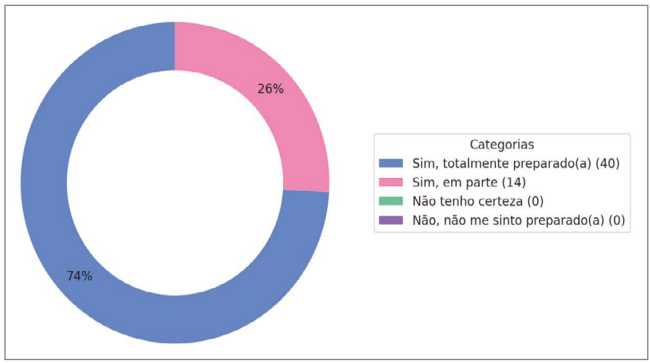
Gráfico 3 - Importância de atividades práticas para o aprendizado sobre IA



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Os resultados indicam, ainda, que a maioria dos alunos se sente preparada para aplicar as ferramentas de IA em suas atividades profissionais após a conclusão do curso. Observa-se uma divisão entre aqueles que se consideram "totalmente preparados", 74% (40 alunos), e aqueles que se sentem preparados "em parte", 26% (14 alunos). Essa cisão sugere que, embora o curso tenha sido eficaz para grande parte dos participantes, ainda existe espaço para aprofundamento e maior segurança no uso das tecnologias de IA. De forma ampla, a formação oferecida contribuiu significativamente para ampliar a confiança dos alunos na aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, como apresenta o Gráfico 4.

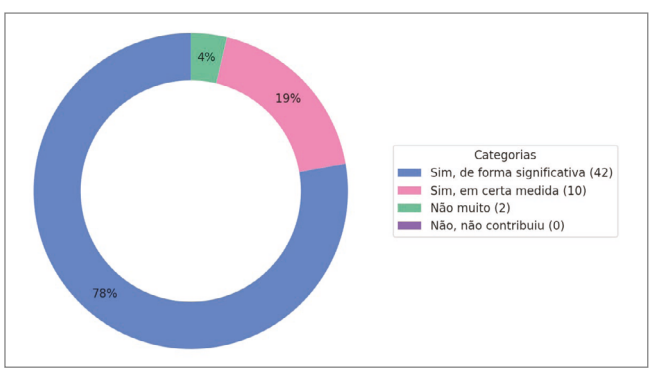
Gráfico 4 - Maturidade no uso da IA em atividades profissionais



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Ao serem questionados sobre a contribuição do curso para o desenvolvimento do letramento digital (capacidade de usar tecnologias digitais de forma crítica, ética e segura), os participantes demonstraram que a formação foi altamente eficaz. A maioria esmagadora dos alunos, 42 para ser exato, afirmou ter desenvolvido essa competência "de forma significativa". Outros dez alunos relataram avanços "em certa medida". Apenas dois participantes indicaram que o curso "não contribuiu muito". Esses resultados, também ilustrados no Gráfico 5, reforçam a relevância e a efetividade da proposta do curso em promover o uso consciente e qualificado das tecnologias digitais.

Gráfico 5 - Desenvolvimento do Letramento Digital

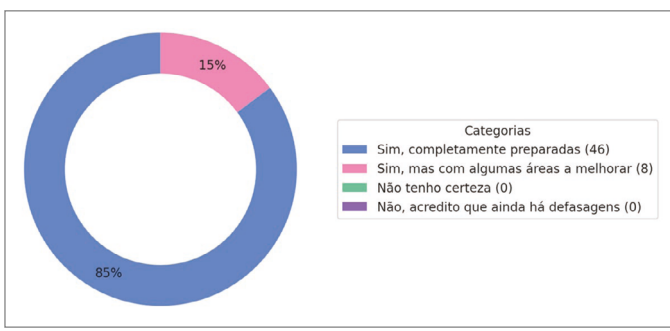


Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Ao responderem à pergunta "Você acredita que o Senac Mato Grosso está preparado para formar profissionais para um futuro digital com IA?", uma esmagadora maioria de 85% dos participantes avaliou que a instituição está completamente preparada para esse desafio. Essa percepção positiva ressalta a confiança dos respondentes na capacidade técnica, pedagógica e estrutural do Senac em acompanhar as transformações digitais impulsionadas pela Inteligência Artificial, conforme detalhado no Gráfico 6.

No entanto, também foi possível identificar um grupo de 15% que respondeu "Sim, mas com algumas áreas a melhorar", o que indica a importância de um olhar atento para ajustes contínuos e investimentos estratégicos, especialmente em áreas que exigem atualização constante diante da rápida evolução da IA. Essa resposta reforça o compromisso da instituição com a melhoria constante e a inovação educacional.

Gráfico 6 - Senac-MT e a formação de profissionais com IA



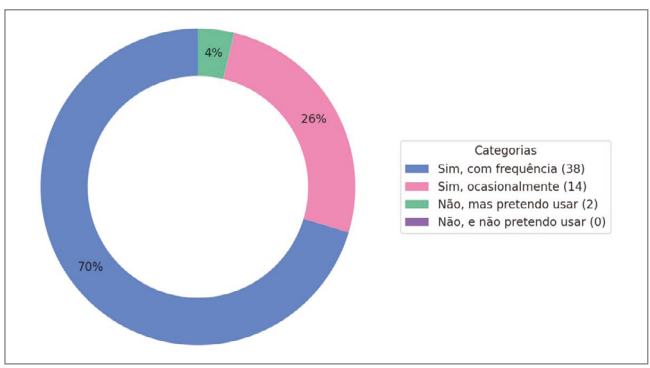
Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Em resposta à pergunta "Quais ferramentas ou plataformas com Inteligência Artificial (IA) você conheceu ou utilizou durante o curso?", os participantes relataram o uso de diversas tecnologias. O ChatGPT foi a ferramenta mais mencionada, tanto de forma isolada quanto em combinação com outras. O Canva também se destacou como um recurso amplamente explorado. Além dessas, os alunos citaram plataformas como CapCut, Gemini, Copilot, Gamma, Notion, Vidnoz, Leonard, Apollo IA, Manus, Alexa, Tess AI, Deep Seek e Jasper AI. Alguns afirmaram ter utilizado "várias ferramentas" ou "todas", o que demonstra um

contato expressivo com diferentes soluções de IA e um interesse crescente pela aplicação dessas tecnologias no contexto profissional e criativo.

Com base nas respostas à pergunta "Após o curso, você passou a utilizar mais ferramentas de IA no seu dia a dia profissional ou pessoal?", expressiva parcela de 38 alunos relatou que passou a utilizar ferramentas de IA com frequência em sua rotina, seja no trabalho ou na vida pessoal. Um grupo relevante de 14 alunos indicou que as utiliza ocasionalmente, demonstrando uma adoção gradual das tecnologias apresentadas, como expõe o Gráfico 7. Além disso, dois respondentes afirmaram que ainda não utilizam as ferramentas, mas pretendem incorporá-las futuramente, o que reforça o potencial de continuidade e aprofundamento do aprendizado proporcionado pelo curso.

Gráfico 7 - Uso da IA no cotidiano profissional e pessoal



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado das entrevistas.

Os dados apresentados evidenciam que os cursos ofertados pelo Senac Mato Grosso têm causado impactos significativos na formação profissional, alinhando competências técnicas e digitais às exigências do mercado de trabalho atual. Os alunos destacam a relevância dos conteúdos e a eficácia das atividades práticas, que promovem o uso aplicado de ferramentas de IA, preparando-os para atuar em ambientes profissionais cada vez mais automatizados e orientados por dados.

Vale salientar que a percepção majoritariamente positiva dos estudantes reforça o sucesso das iniciativas formativas e o potencial transformador da educação profissional na área de IA. Ao proporcionar contato

direto com tecnologias amplamente utilizadas no mercado, o Senac-MT fortalece a preparação dos alunos para os desafios reais do trabalho, estimulando a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas.

Embora tenham sido apontadas oportunidades de aprimoramento, principalmente no aprofundamento técnico e na consolidação da segurança no uso dessas tecnologias, os resultados confirmam que o Senac-MT está no caminho certo ao investir em uma educação inovadora, crítica e responsiva às transformações digitais. A combinação entre teoria e prática e o compromisso com a melhoria contínua reforçam o papel estratégico da instituição na formação de profissionais preparados para um futuro dominado pela inteligência artificial.

1.6 Qualificação em IA – algumas ponderações e pensamentos futuros

O Modelo Pedagógico Senac (MPS), fundamentado no ciclo de ação-reflexão-ação, oferece uma base sólida para a construção de competências em contextos que envolvem o uso e a compreensão da IA. Ao permitir que o aluno atue, reflita e reajuste suas práticas com base em novas aprendizagens, o MPS estimula o domínio técnico, como também a autonomia no processo de adaptação a cenários cada vez mais mediados por tecnologias inteligentes. Nesse processo, a Autonomia Digital desponta como uma marca formativa estratégica: ela não se limita ao uso instrumental de ferramentas, mas envolve um posicionamento ético, crítico e criativo ante as possibilidades e limites da tecnologia.

Assim sendo, a formação proporcionada pelo Senac-MT, articulada aos princípios do MPS, ao integrar teoria, prática e uso de ferramentas de IA, contribui diretamente para o letramento digital – entendido como a capacidade de utilizar tecnologias digitais de forma crítica, ética e segura. Essa competência é essencial para que os profissionais possam operar ferramentas tecnológicas, como ainda tomar decisões mais qualificadas, propor soluções inovadoras e se adaptar às transformações do mundo do trabalho.

Os cursos analisados promovem ainda uma cultura de inovação e estimulam a adoção de tecnologias no cotidiano dos alunos, tanto em contextos pessoais quanto profissionais. Isso indica que o aprendizado vai além do ambiente de sala de aula, impactando diretamente a prática profissional e a inserção no mercado de trabalho.

Nesse cenário, o papel do Senac-MT torna-se estratégico: ao investir em uma educação profissional alinhada às exigências da transformação digital, a instituição contribui para a construção de uma sociedade mais preparada, inclusiva e inovadora. A formação de profissionais do futuro depende não somente do domínio técnico das ferramentas de IA, mas também da valorização das pessoas como protagonistas desse processo. O sucesso das formações analisadas reforça que é possível promover uma educação tecnológica humanizada, na qual o desenvolvimento de competências digitais caminhe lado a lado com a ética, a criticidade e a responsabilidade social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam que os cursos de inteligência artificial ofertados pelo Senac Mato Grosso têm contribuído de forma expressiva para a qualificação profissional, promovendo o letramento digital e fortalecendo a confiança dos alunos na aplicação prática das tecnologias emergentes. A integração entre teoria, prática e uso de ferramentas reais amplia a relevância pedagógica dessas formações e responde, com efetividade, às exigências de um mercado de trabalho automatizado e orientado por dados.

Além dos avanços técnicos, os dados da pesquisa evidenciam que os alunos se enxergam como agentes de transformação em seus contextos locais, o que reforça o papel da educação profissional como motor de inclusão e mobilidade social. A presença significativa de mulheres em cursos de tecnologia e a participação de estudantes de diferentes regiões do estado demonstram que iniciativas bem estruturadas podem romper barreiras históricas de acesso ao conhecimento digital. Ao investir na formação de pessoas e não somente na difusão de tecnologias, o Senac-MT amplia seu impacto social, formando profissionais preparados não só para responder ao futuro do trabalho, mas para moldá-lo de forma ética, criativa e inclusiva.

Para consolidar esse avanço, é essencial que o Senac-MT invista continuamente em três frentes estratégicas: (1) atualização permanente dos conteúdos, alinhados à evolução acelerada da IA; (2) capacitação

docente focada no uso pedagógico ético e crítico dessas tecnologias; e (3) ampliação do acesso regional às formações, promovendo inclusão digital em todo o estado.

Mais do que preparar para o uso técnico de ferramentas, os cursos têm provocado uma mudança de mentalidade nos estudantes, estimulando autonomia, inovação e consciência crítica. O Senac-MT reafirma, assim, seu compromisso com uma educação profissional que acompanha as transformações digitais e ainda forma protagonistas capazes de liderá-las. Nesse cenário, a IA deixa de ser apenas uma tendência e torna-se uma aliada estratégica no desenvolvimento humano e social.

REFERÊNCIAS

ERTEL, W. **Introdução à Inteligência Artificial**. Springer, 2018.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Rumo a uma IA equitativa:** novo relatório traça o caminho para a competitividade da IA. Davos-Klosters, Suíça: Fórum Econômico Mundial, 21 jan. 2025. Disponível em: https://www.weforum.org/press/2025/01/towards-equitable-ai-new-report-charts-path-to-ai-competitiveness. Acesso em: 15 fev. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **O Futuro do mercado de trabalho:** impacto em empregos, habilidades e salários. 2017. Disponível em: https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages/pt-BR. Acesso em: 12 abr. 2025.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. Disponível em: https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/j.1467-9620.2006.00684. Acesso em: 15 abr. 2025.

OPENAI. CHATGPT-4. **Quais são os diferentes tipos de inteligência artificial?** Disponível em: https://openai.com/index/chatgpt/. Acesso em: 03 maio 2025.

SENAC. **Modelo Pedagógico Senac**. Brasília, 2014. Disponível em: https://www.senac.br. Acesso em: 10 abr. 2025.

SENAC MATO GROSSO. **Plano de Curso:** IA For Bussiness - Inteligência Artificial Aplicada à Gestão. Departamento Regional (DR), 2024.

SENAC MATO GROSSO. **Plano de Curso:** Marketing de Conteúdo em Redes Sociais com Inteligência Artificial. Departamento Regional (DR), 2024.

SENAC MATO GROSSO. **Senac-MT oferece 80 vagas gratuitas em cursos de Inteligência Artificial**. Disponível em: https://www.mt.senac.br/Noticias/Senac-mt-oferece-80-vagas-gratuitas-em-cursos-de-inteligencia-artificial-752. Acesso em: 3 maio 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

UNESCO. **Consenso de Beijing sobre a inteligência artificial e a educação**. 2019. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372249. Acesso em: 04 maio 2025.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

A INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DO ENSINO TÉCNICO: PESQUISA, DESAFIOS E SUPORTE NA ESCOLA TÉCNICA DE JUARA - MT

Renata Freitag
Escola Técnica Estadual de Juara (Seciteci/MT)
renatafreitag@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/5131821917795186

Weverton Ortiz Fernandes
Escola Técnica Estadual de Juara (Seciteci/MT)
wevertonfernandes@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/7871092963313852

Monique Allie Pereira Dantas
Escola Técnica Estadual de Juara (Seciteci/MT)
moniquedantas@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/6613655870971235

Adilson Paiva dos Santos
Escola Técnica Estadual de Juara (Seciteci/MT)
adilsonsantos@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/1765339492269020

Resumo: Este artigo aborda a integração da Inteligência Artificial (IA) na prática pedagógica do ensino técnico na Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara - MT, em 2024. O estudo teve como objetivo demonstrar a participação dos discentes em um projeto interdisciplinar, explorar os desafios metodológicos no uso da IA na pesquisa e analisar o apoio fornecido pelos docentes nesse processo. Fundamenta-se na premissa de que a IA é um vetor transformador da educação, exigindo o desenvolvimento de competências para o século XXI, como pensamento crítico e colaboração com a tecnologia. Empregou-se a metodologia qualitativa e exploratória, envolvendo 60 alunos dos cursos de Administração e Logística, divididos em dez grupos. As atividades incluíram pesquisa bibliográfica e online (com uso de IA como ChatGPT e Gemini), confecção de maquetes, elaboração de peças teatrais e apresentações em slides. Os principais resultados indicam a ampla participação dos alunos e a produção de diversos materiais didáticos. Evidenciaram-se desafios metodológicos na aplicação de IA genérica para contextos específicos, como o agronegócio local, e a necessidade crucial da orientação docente para o uso crítico, ético e eficaz da tecnologia. O projeto confirmou o papel da educação na formação de cidadãos críticos sobre o uso de tecnologias.
Palavras-chave: Educação. Discente. Prática docente. Tecnologia. Inovação.

Abstract: *This article addresses the integration of Artificial Intelligence (AI) into pedagogical practices in technical education at the Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara - MT, in 2024. The study aimed to demonstrate student participation in an interdisciplinary project, explore the methodological challenges in using AI for research, and analyze the support provided by teachers throughout this process. It is based on the premise that AI is a*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-16

transformative vector in education, demanding the development of 21st-century competencies, such as critical thinking and collaboration with technology. The methodology employed was qualitative and exploratory, involving 60 students from Administration and Logistics courses, divided into ten groups. Activities included bibliographic and online research (utilizing AI tools like ChatGPT and Gemini), model building, theatrical play development, and slide presentations. The main results indicate extensive student participation and the production of diverse educational materials. Methodological challenges emerged in applying generic AI to specific contexts, such as local agribusiness, highlighting the crucial need for teacher guidance for the critical, ethical, and effective use of technology. The project confirmed education's role in fostering critical citizens regarding technology use.
Keywords: *Education. Student. Teaching practice. Technology. Innovation.*

INTRODUÇÃO

A atividade na Grande Área de Gestão e Negócio, desenvolvida no ano de 2024, configura-se como uma ação pioneira, uma prática fundante das ações didáticas da Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara, aos estudantes do ensino médio técnico, concomitantemente, orientados pelos servidores (professores e técnicos), ainda nas instalações da escola parceira: Escola Estadual Oscar Soares, até então situada no centro da cidade. Em nosso primeiro ano, destacamos para o presente estudo o Projeto Interdisciplinar voltado para práticas sustentáveis, inspirado no projeto Mostra Estadual das Escolas Técnicas (MEET) da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci).

Durante o ano de 2024, a Escola Técnica ofertou os cursos de Logística e Administração, primeiras atividades da escola no município, cujas áreas de estudo interdisciplinar foram: Administração, Letras, Ciências Agrárias, Matemática e Informática. Em novembro do referido ano, o projeto interdisciplinar trabalhado entre os servidores (equipe da Escola Técnica) e os alunos, regularmente matriculados na escola, como parte do Projeto Interdisciplinar, organizou um cronograma e definiu o planejamento dos setores do seguinte modo: setor financeiro, setor de departamento pessoal/recursos humanos, setor de logística, setor de marketing, setor de tecnologia da informação (T.I) e setor de vendas. Três turmas participaram das atividades, em grupos compostos por seis integrantes.

Os alunos utilizaram a inteligência artificial em duas modalidades: atividade de consulta, quando precisavam entender como se configura um determinado setor da empresa; e atividade de apresentação pelo Canva, cujo aplicativo forneceu dados de configuração dos slides associados ao tema do estudo. Ou seja, a organização das atividades, assim como as atividades de apresentação, contou, além do auxílio dos professores, também com os recursos tecnológicos voltados para o contexto de ensino.

Portanto, a inteligência artificial mais utilizada pelos estudantes foi o ChatGPT e o Gemini. O primeiro voltado para tirar as dúvidas sobre os temas pesquisados; e o segundo por auxiliar nas consultas das imagens e, além disso, na construção das maquetes. Essa relação dos alunos com a tecnologia de inteligência artificial contribuiu para o entendimento de uso da ferramenta no contexto digital, bem como uma experiência para o desenvolvimento da pesquisa e dos estudos.

Nesse cenário educacional, a Inteligência Artificial (IA) emerge como um vetor de transformação em múltiplos domínios, com o setor educacional representando um campo de aplicação de relevância crescente. Não obstante, a integração da IA em ambientes escolares é frequentemente acompanhada por uma série de equívocos e interpretações errôneas que podem mitigar a percepção de seu potencial intrínseco. Torna-se, portanto, imperativo desmistificar tais noções preconcebidas, a fim de capacitar educadores, gestores institucionais e responsáveis legais a reconhecerem a IA não como uma tendência efêmera, mas como uma ferramenta essencial para o aprimoramento substantivo da prática pedagógica e da aquisição do conhecimento no contexto do século XXI.

A utilização e integração da Inteligência Artificial (IA) no contexto educacional, embora promissora (Cruz *et al.*, 2023), apresenta desafios consideráveis que demandam uma abordagem cautelosa e fundamentada. A adoção da IA por parte de docentes e a compreensão dos mecanismos são cruciais para uma implementação eficaz e transformadora. Explorar a Inteligência Artificial (IA) em pesquisas por parte dos estudantes do ensino médio (EM) abre um leque de possibilidades incríveis, mas também traz consigo alguns desafios metodológicos importantes. Realizar pesquisas nas plataformas de IA é uma jornada empolgante para os adolescentes, mas que exige atenção aos embates metodológicos, tornando-se um grande desafio para os docentes.

Nesse contexto, os professores têm papel imprescindível de orientar seus alunos, fornecendo o conhecimento, as ferramentas e o suporte adequados, podendo capacitá-los a utilizar a IA de forma eficaz e ética em suas atividades escolares. O emprego da IA nas pesquisas do ensino médio oferece oportunidades significativas, mas exige uma abordagem pedagógica cuidadosa que esteja atenta aos conflitos metodológicos e éticos envolvidos (Azambuja; Silva, 2024). O principal objetivo não é proibir o uso dessas ferramentas, mas sim ensinar os estudantes a utilizá-las de forma crítica, ética e como um complemento ao seu próprio desenvolvimento intelectual para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Com intuito de conectar os conceitos adquiridos em sala com a realidade local dos estudantes, sob orientação dos docentes, os alunos do curso técnico em Administração e Logística da escola técnica de Juara realizaram pesquisas para ampliarem suas práticas e habilidades no uso de IA voltadas ao agronegócio do município. O objetivo desta proposta, portanto, é o de aliar o conhecimento teórico à prática social do trabalho; entender a importância da inteligência artificial no desenvolvimento dos estudos; e desenvolver o trabalho conectado às tecnologias da área da informática.

Entre as empresas selecionadas para o estudo, destacamos a Áster Máquinas John Deere, uma filial situada na cidade de Juara. Os alunos pesquisaram como se organizam os setores da referida empresa, como: recursos humanos, tecnologia da informação, marketing, vendas, estoque, entre outros. Além disso, fizeram o contraponto: a comparação entre as empresas de grande porte com as de pequeno porte, que, apesar de carecer da denominação de setores, há um profissional, se não o próprio empreendedor, como nas pequenas e microempresas, responsável pelo setor de contratação (RH), compra e vendas, e publicidade, por exemplo. O trabalho enfatizou a área das ciências agrárias, mais precisamente, a atividade econômica relacionada à área da agricultura (o agronegócio).

Contudo, o agronegócio é um campo vasto e diversificado, com variações significativas dependendo da cultura, região, clima, legislação e práticas locais. Juara se destaca como uma região voltada para tal atividade. Relacionada às tecnologias digitais, por exemplo, uma IA genérica pode não ter o conhecimento específico necessário para responder às perguntas muito particulares sobre o contexto do agronegócio em Juara, Mato Grosso. Porém, os professores podem contribuir significativamente

orientando os alunos durante as pesquisas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi demonstrar a participação dos discentes em projeto interdisciplinar e desafios metodológicos no uso de IA na pesquisa, com o apoio dos docentes quanto à orientação no desenvolvimento das atividades.

1. DESENVOLVIMENTO

Alguns estudos tematizam a relação da inovação e arte no contexto do empreendedorismo. Everson Splinder (2024), da área da Administração, ressalta o fato de a inovação tecnológica contribuir consideravelmente para o desenvolvimento dos produtos, dos serviços e das empresas.

> No mundo empresarial, a inovação costuma ser vista como fruto de processos técnicos e tecnológicos. Mas será que essa é a única chave para abrir as portas da criatividade? Empresas pioneiras têm descoberto que a inovação verdadeira, aquela que transforma não só produtos, mas também a cultura e o potencial humano, muitas vezes surge em territórios inesperados – como a arte.

Nesse contexto de discussão, foi proposto um trabalho que envolve a inovação e o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos da escola técnica, que alie recursos de inteligência artificial e arte (primeira inovação); e o quanto a inteligência artificial pode auxiliar no desenvolvimento das atividades do profissional da área de Administração e Logística (segunda inovação).

Assim sendo, a inovação, conforme as considerações acima, na perspectiva da Administração, compreende as novas práticas de trabalho no contexto da educação e, também, no do empreendedorismo. O aluno não apenas passa a conhecer as funções dos setores das empresas, como também inovações quanto ao desenvolvimento do trabalho em um determinado setor.

A evolução da educação encontra-se profundamente interconectada com o progresso da inteligência artificial (IA) (Azambuja; Silva, 2024). As instituições de ensino enfrentam o desafio premente de preparar os estudantes para um mundo onde a influência da IA é cada vez mais proeminente em diversos domínios (Unesco, 2019). Portanto, torna-se cru-

cial que as escolas dotem seus alunos com as habilidades e o conhecimento adequados para atuar eficazmente nesta nova era tecnológica.

Pela teoria da Análise de Discurso, voltada para os estudos da leitura e interpretação na área da linguagem, o ambiente digital aparece compreendido como linguagem digital, cujos dizeres gerados pelo aplicativo de inteligência artificial constituem-se pelo já dito do contexto tecnológico, definido nos estudos de Eni Orlandi (2007), mais precisamente na obra *Interpretação*; e por Cristiane Dias (2021), em *Discurso, interdiscurso e memória na web*, de memória digital. Quanto ao contexto de ensino, Dias (2020, p. 159), em *Ensino e tecnologia: o texto pelo digital*, salienta que:

> Coincide com a inscrição das tecnologias digitais na "ordem do mundo", o início de um processo de inserção do digital na "ordem do conhecimento". Nesse sentido considero premente o estudo sobre o modo como o digital afeta as fronteiras desse conhecimento, no que diz respeito à sua organização, mas também a prática de ensino em sala de aula, no que diz respeito à sua ordem. Esse processo de inserção do digital na ordem, mas também na organização do conhecimento se dá por meio de pesquisas, atividades em aula, áreas temáticas em eventos, criação de grupos de estudos sobre o digital, abertura de disciplinas sobre Tecnologia nos currículos de pós-graduação das Universidades brasileiras etc.

A pesquisadora ressalta a importância de compreender a tecnologia e sua ordem, a que se impõe na prática didática em sala de aula, e a da sua organização, que são as realizações das atividades. Desse modo, conforme tece Cristiane Dias (2025) com muita sabedoria, a prática didático-pedagógica do professor no contexto atual de ensino vai funcionar por esta ordem: nova, inovação, na organização da prática de ensino do docente.

Um aspecto crítico dessa preparação é a qualificação dos futuros profissionais para cargos que, em sua maioria, ainda não existem. A IA está promovendo uma reestruturação significativa no mercado de trabalho, originando novas oportunidades e demandando um conjunto distinto de competências (Unesco, 2019). Além das qualificações técnicas convencionais, é mandatório que os discentes cultivem a proficiência em trabalhar colaborativamente com a IA, o que exige a compreensão de suas capacidades e restrições inerentes (Cruz *et al.*, 2023).

Consequentemente, o modelo educativo deve evoluir de um paradigma centrado na disseminação de informações para um que priorize

o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, como pensamento crítico, resolução de problemas complexos, criatividade e adaptabilidade (Bell, 2020). Tais competências são indispensáveis para a navegação em um ambiente global caracterizado pela rápida e contínua mudança.

Nesse contexto, os alunos desenvolveram a pesquisa interdisciplinar, que envolve as áreas da Administração, Letras, Ciências Agrárias, Matemática, com o tema do agronegócio. O agronegócio brasileiro configura-se como um dos pilares da economia nacional, estadual e do município de Juara, MT. Esse setor abrange uma cadeia produtiva de natureza complexa. De acordo com os dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) e da Esalq/USP, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o agronegócio brasileiro representa 24% do PIB nacional, totalizando R$ 2,72 trilhões, e é responsável por 27% dos empregos no Brasil (Cepea, 2017, 2025).

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracterizou-se por uma abordagem qualitativa e exploratória, visando investigar e apresentar os diferentes setores funcionais de uma organização empresarial, conforme a divisão temática atribuída aos grupos de trabalho. A metodologia empregada combinou diversas técnicas de coleta, análise e apresentação de dados, buscando promover uma compreensão abrangente e engajadora dos conteúdos estudados.

A pesquisa foi desenvolvida por um total de 60 alunos, todos dos primeiros anos do Ensino Médio Técnico, entre os cursos de Administração e Logística, divididos em dez grupos de trabalho, cada um composto por seis integrantes. Cada equipe foi responsável por aprofundar o estudo de um setor específico de uma determinada empresa, localizada na cidade de Juara:

- Grupo 1: Setor Financeiro;
- Grupo 2: Setor de Departamento Pessoal/Recursos Humanos (RH);
- Grupo 3: Setor de Logística/Compras/Estoque;
- Grupo 4: Setor de Marketing;

- Grupo 5: Setor de T.I (Tecnologia da Informação);
- Grupo 6: Setor de Vendas.

O desenvolvimento da investigação foi pautado nas seguintes etapas; cabe ressaltar que a inteligência artificial esteve presente em todas:

- ***Pesquisa bibliográfica:*** Cada grupo realizou levantamento e estudo de materiais bibliográficos pertinentes ao setor designado. Foram consultados livros, artigos científicos, periódicos e outras publicações relevantes que abordassem as funções, processos, importância e desafios do respectivo setor na estrutura organizacional.
- ***Pesquisa na internet:*** Complementarmente à pesquisa bibliográfica, foi conduzida uma extensa pesquisa online em diversos sites sobre agronegócio. Foram explorados websites de empresas, portais de notícias especializadas, blogs corporativos, vídeos explicativos e outras fontes digitais confiáveis para obter informações atualizadas, exemplos práticos e estudos de caso relacionados ao funcionamento do setor em diferentes contextos empresariais. Cabe ressaltar que houve o uso da IA, por exemplo: Gemini e ChatGPT.
- ***Confecção de maquetes:*** Como forma de materializar e visualizar as interconexões e o ambiente físico ou fluxos do setor estudado, cada grupo elaborou uma maquete representativa. As maquetes buscaram ilustrar a estrutura física do departamento, os principais processos, ferramentas ou a interação com outros setores, conforme a natureza de cada área (por exemplo, o fluxo de materiais na logística, a estrutura física de um escritório de RH, estoque, entre outros).
- ***Elaboração de peça teatral:*** Para promover uma compreensão dinâmica e criativa das atividades e desafios do setor, cada grupo desenvolveu e apresentou uma pequena peça teatral. As encenações abordaram situações cotidianas, como um momento de negociação entre vendedor e cliente, dilemas, interações entre colaboradores ou a importância do setor para o sucesso da organização, permitindo a exploração de aspectos práticos e comportamentais.
- ***Preparação e apresentação em slides:*** A síntese do conteúdo pesquisado e das compreensões adquiridas através das demais atividades foi consolidada em uma apresentação utilizando slides (por exemplo, Microsoft PowerPoint, Google Slides, Gamma, Canva e Prezi). As

apresentações foram estruturadas para abordar os principais aspectos do setor, incluindo sua definição, funções, importância estratégica, desafios e contribuições para a organização, integrando as informações da pesquisa bibliográfica, internet e as representações visuais e dramáticas.

Os dados foram coletados de forma contínua ao longo do processo de pesquisa bibliográfica e na internet, principalmente no site das empresas, sendo organizados e discutidos pelos grupos. A análise ocorreu de maneira qualitativa, focando na compreensão aprofundada das características de cada setor, suas interdependências e seu papel no contexto empresarial. As maquetes, peças teatrais e apresentações em slides serviram como instrumentos de síntese e comunicação do conhecimento construído pelos grupos.

Os resultados da pesquisa e do trabalho de cada grupo foram apresentados publicamente em forma de seminário, no qual as maquetes foram expostas, as peças teatrais encenadas e as apresentações em slides proferidas para a turma e banca avaliadora. Essa metodologia buscou integrar diferentes linguagens e formatos para facilitar a aprendizagem, a colaboração e a apresentação do conhecimento sobre os setores empresariais de forma inovadora e participativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

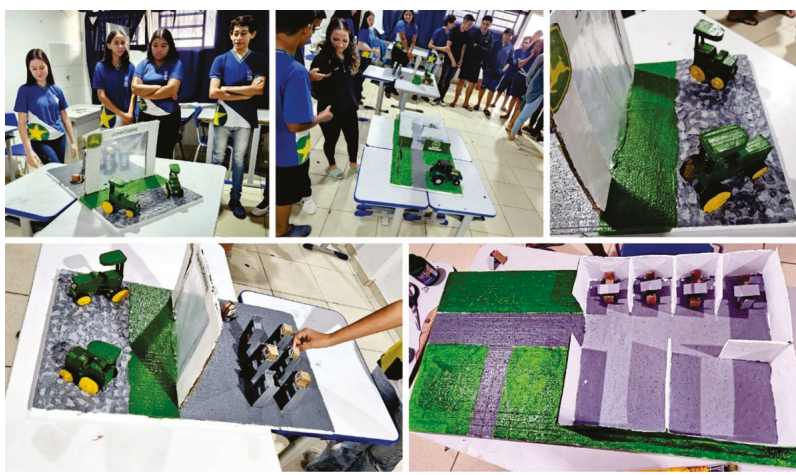
Conforme explanado, destacamos alguns fatores importantes ao aprendizado dos alunos: entender que as empresas são divididas em setores, mesmo aquelas desempenhadas por poucos profissionais.

Os resultados deste trabalho pedagógico e de pesquisa, conduzido com os alunos dos cursos técnicos em Administração e Logística da Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara em 2024, demonstram a efetivação do Projeto Interdisciplinar conforme planejado. Observou-se a ampla participação dos discentes das três turmas envolvidas, organizados em dez grupos de seis integrantes, dedicados ao estudo e representação de setores empresariais específicos.

Os principais resultados do projeto gerados pelos grupos de alunos incluíram:

- ***Pesquisa bibliográfica e online:*** Produção de levantamentos e estudos sobre as funções, processos e importância dos setores financeiro, Departamento Pessoal/RH, Logística/Compras/Estoque, Marketing, T.I e Vendas, utilizando fontes tradicionais e ferramentas de Inteligência Artificial (IA) como Gemini e ChatGPT na fase de pesquisa online.
- ***Maquetes representativas:*** Elaboração de maquetes que visualizaram as estruturas físicas ou fluxos operacionais relacionados a cada setor estudado, servindo como material didático e expositivo (Figura 1). A confecção das maquetes começou pela realização das pesquisas no contraturno das aulas. As consultas realizadas no site ChatGPT e o Germini deram ideias de como promover o setor de vendas, além das publicidades e propagandas da empresa. A ideia da maquete surgiu como forma de promover a imagem da instituição.

Figura 1 - Apresentação das maquetes



Fonte: Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara (Seciteci/MT).

Não obstante às dificuldades de acesso à internet, o empenho e a dedicação dos estudantes foram fundamentais para entender como funciona o setor de marketing de uma empresa. Além disso, o próprio site de inteligência artificial demonstrou como funciona o setor da empresa pesquisada, possibilitando, assim, a confecção da maquete.

Vale citar que essa etapa contou com o auxílio de pesquisas feitas na internet com o propósito de situar a comunicação em determinado contexto social e empresarial. Além disso, os produtos de vendas foram expostos na apresentação dos slides por meio das buscas feitas pelos aplicativos de inteligência artificial.

Adicionalmente, a fase de pesquisa com o uso de ferramentas de IA por parte dos alunos demonstrou os desafios metodológicos inerentes à utilização de IA genérica para a obtenção de informações específicas e contextualizadas sobre o agronegócio local, reforçando a necessidade de validação e aprofundamento das respostas fornecidas pela tecnologia.

- ***Peças teatrais:*** Criação e encenação de pequenas peças teatrais que retrataram situações cotidianas, desafios e interações típicas dos respectivos setores, promovendo uma compreensão dinâmica e criativa (Figura 2).

Figura 2 - Apresentação no formato de peça teatral

Fonte: Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara (Seciteci – MT).

A apresentação da peça teatral simulou as etapas de comunicação e vendas de peças e maquinários voltados para o contexto da pecuária e agricultura. Na etapa 1, o público-alvo eram clientes sem formação aca-

dêmica, cuja linguagem era a caipira. Na etapa 2, eram clientes com formação acadêmica, como os técnicos e engenheiros, que exigiam uma linguagem mais formal.

Já na etapa 3, os clientes eram fazendeiros e simularam uma situação de prioridade ao atender às demandas do proprietário. Por último, na condição de administradores de alguma empresa agrícola, os alunos faziam os pedidos a outros colegas, que simulavam, por sua vez, serem os vendedores.

- ***Apresentações em slides:*** Consolidação do conhecimento pesquisado e das compreensões adquiridas em apresentações visuais (slides), que sintetizaram os principais aspectos de cada setor (Figura 3).

Figura 3 - Apresentação dos slides

Fonte: Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara (Seciteci - MT).

Alinhado ao objetivo do trabalho, o processo evidenciou a participação ativa dos discentes no desenvolvimento do projeto interdisciplinar e na culminância dos resultados. Adicionalmente, a fase de pesquisa com o uso de ferramentas de IA por parte dos alunos demonstrou os desafios metodológicos inerentes à utilização de IA genérica para a obtenção de informações específicas e contextualizadas sobre o agronegócio local,

reforçando a necessidade de validação e aprofundamento das respostas fornecidas pela tecnologia.

Em detrimento do objetivo do trabalho, o processo evidenciou a participação ativa dos discentes no desenvolvimento do projeto interdisciplinar e na culminância dos resultados (Figura 4). Ou seja, a proatividade dos alunos na execução das atividades foi um dos fatores importantes para o desenvolvimento deste projeto.

Figura 4 - Culminância e socialização dos resultados

Fonte: Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara (Seciteci - MT).

Portanto, como primeiro resultado, houve levantamentos e estudos sobre as funções, processos e importância dos setores Financeiro, Departamento Pessoal/RH, Logística/Compras/Estoque, Marketing, T.I e Vendas, utilizando fontes tradicionais e ferramentas de Inteligência Artificial (IA) como Gemini e ChatGPT na fase de pesquisa online. Já o segundo resultado envolveu um trabalho de grupo, planejamento, solidariedade, na elaboração de maquetes, que visualizaram as estruturas físicas ou fluxos operacionais relacionados a cada setor estudado, servindo como material didático e expositivo.

Por fim, o terceiro e quarto resultado envolveram o público-alvo e linguagem adequada à comunicação. No caso das peças teatrais, os alunos entenderam a importância de se utilizar as variedades linguísticas

em situações em que o uso é exigido. Com relação ao slide, a forma de se comunicar, de se trajar, o tipo de linguagem, foram outras questões estudadas e desenvolvidas.

Constatou-se, ainda, o papel central da orientação docente no apoio aos alunos para a superação desses desafios metodológicos, guiando-os na utilização crítica e ética da IA como ferramenta complementar à pesquisa tradicional. Os resultados da pesquisa e do trabalho de cada grupo foram apresentados publicamente em formato de seminário, permitindo a exposição das maquetes, a encenação das peças teatrais e a apresentação dos slides, consolidando a aprendizagem e a comunicação do conhecimento construído.

Os discentes participaram do Projeto Interdisciplinar, demonstraram envolvimento e colaboração nas atividades propostas. As pesquisas realizadas pelos discentes dos cursos técnicos em Administração e Logística da Escola Técnica de Educação Profissional e Tecnológica de Juara no Projeto Interdisciplinar, ao utilizarem ferramentas de inteligência artificial como recurso de pesquisa e apresentação, particularmente no contexto da aplicação ao agronegócio local de Juara, obtiveram bons resultados. Porém, com alguns desafios, como a orientação de como evitar o plágio, busca adequada por meio de palavras-chave, e leitura e interpretação das sugestões da IA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para profissionais com orientações pedagógicas tradicionais, o primeiro passo essencial reside no reconhecimento da inteligência artificial não como uma ameaça, mas sim como uma colaboradora potencial no processo educativo. A introdução de ferramentas de inteligência artificial acessíveis e intuitivas para os estudantes, focando em sua capacidade de auxiliar em tarefas específicas, pode efetivamente mitigar a resistência inicial e facilitar uma adoção mais progressiva e confiante da tecnologia de ambas as partes, sempre priorizando a aprendizagem. Portanto, o trabalho interdisciplinar colaborou para o papel da educação na formação de cidadãos críticos sobre o uso de tecnologias.

Em síntese, é importante salientar o quanto a inteligência artificial está presente nos sites de busca da internet. E faz parte dos processos de aprendizagem do aluno. A presente atividade interdisciplinar, com o tema voltado para o setor do agronegócio, explorou as questões sociais e empresariais locais, realidade social do aluno, bem como promoveu a proatividade do estudante desde a realização da pesquisa com o auxílio dos aplicativos de inteligência artificial até as formas de desenvolver as apresentações.

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, Celso Candido; SILVA, Gabriel Ferreira da. **Novos desafios para a educação na Era da Inteligência Artificial**. Filos. Unisinos 25 (1). 2024. Disponível em: https://doi.org/10.4013/fsu.2024.251.07. Acesso em: 18 maio 2025.

BELL, Genevieve. **Seis grandes questões éticas sobre o futuro da IA**. 2020. Disponível em: https://www.ted.com/talks/genevieve_bell_6_big_ethical_questions_about_the_future_of_ai?language=pt-br. Acesso em: 15 maio 2025.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Metodologia - PIB do Agronegócio Brasileiro:** Base e Evolução. Piracicaba, 2017. Disponível em: https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/Metodologia%20PIB_divulga%c3%a7%c3%a3o.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Metodologia - PIB do Agronegócio Brasileiro:** PIB do Agronegócio Brasileiro, 2025. Disponível em: https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. Acesso em: 14 maio 2025.

CRUZ, Keyte Rocha da; TOLEDO, Raquel da Silva; OLIVEIRA, Amadeu Sousa de; ALMEIDA, Janne Kely da Silva Toledo de; MOREIRA, Aurismaria Mendes Moreira; GANDIN, Ligia Rocha Alves. IA na sala de aula: como a Inteligência Artificial está redefinindo os métodos de ensino. **Rebena** - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, [S. l.], v. 7, p. 19-25, 2023. Disponível em: https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/128. Acesso em: 13 maio 2025.

DIAS, Cristiane. Discurso, interdiscurso e memória na web. In: **Análise do discurso digital**. Coordenação de Maria Eduarda Giering e Roberto Leiser Baronas. 18 jun. 2021. 1 vídeo (1h55min48s). Curso on-line. [S. l.]: Associação Brasileira de Linguística, 2021.

DIAS, Cristiane. Ensino e tecnologia: o texto pelo digital/Education and technology: text through digital. **Revista ECOS**, v. 28, n. 1. Disponível em: https://periodicos.unemat.br/index.php/ecos/article/view/4390. Acesso em: 9 maio 2025.

ORLANDI, Eni Puccinelli. 1942. **Interpretação:** autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico. 6. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2007.

SPINDLER, Everson. **Arte e Inovação:** Ampliação de Perspectivas no Ambiente Corporativo. 2024. Disponível em: https://innoscience.com.br/arte-e-inovacao-ampliacao-de-perspectivas-no-ambiente-corporativo/. Acesso em: 15 maio 2025.

UNESCO. 2019. **Consenso de Beijing sobre a inteligência artificial e a educação**. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372249. Acesso em: 12 maio 2025.

TOPE E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: DESAFIOS NA EDUCAÇÃO LINGUÍSTICA

Dieleem Mara da Silva Campos
Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (Seduc/MT)
dieleem.campos@edu.mt.gov.br - https://lattes.cnpq.br/2300621327099013

Agnelso Oliveira Paré
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
agnelso.pare@unemat.br - https://lattes.cnpq.br/8613747086903248

Larissa Laura Jara de Campos
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
larissa.laura@unemat.br - http://lattes.cnpq.br/7467027598988251

Resumo: Este artigo investiga os desafios e as possibilidades do uso da Inteligência Artificial (IA) no ensino de línguas, à luz da Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE) de Antoine Culioli. A partir de uma abordagem teórico-reflexiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise crítica, o trabalho faz uma reflexão de como sistemas de IA, embora eficazes em tarefas mecânicas, apresentam limitações significativas na compreensão semântica e discursiva. A pesquisa evidencia que a linguagem natural, por sua complexidade e subjetividade, exige mediação humana qualificada para assegurar uma formação crítica. A TOPE oferece ferramentas conceituais que demonstram a inadequação de abordagens computacionais baseadas apenas em padrões estatísticos. Como resultado, destaca-se o papel estratégico da semântica no contexto educacional, tanto como conteúdo quanto como método de resistência à automatização superficial da linguagem. Conclui-se que a integração crítica entre IA e ensino da linguagem requer formação docente específica e políticas educacionais que valorizem a dimensão interpretativa do discurso.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Semântica. TOPE. Educação.

Abstract: *This article investigates the challenges and possibilities of using Artificial Intelligence (AI) in language teaching, based on the Theory of Predicative and Enunciative Operations (TOPE) by Antoine Culioli. Using a theoretical-reflective approach, grounded in bibliographic review and critical analysis, the study examines how AI systems, although efficient in mechanical tasks, exhibit significant limitations in semantic and discursive comprehension. The research highlights that natural language, due to its complexity and subjectivity, requires qualified human mediation to ensure critical education. TOPE provides conceptual tools that reveal the inadequacy of computational approaches based solely on statistical patterns. As a result, the strategic role of semantics in education is emphasized, both as content and as a method of resistance against superficial language automation. The conclusion is that critical integration between AI and*

language teaching demands specific teacher training and educational policies that value the interpretative dimension of discourse.
Keywords: *Artificial Intelligence. Semantics. TOPE. Education.*

INTRODUÇÃO

Este artigo propõe uma reflexão sobre os impactos, riscos e possibilidades do uso da Inteligência Artificial (IA) no contexto educacional, com ênfase na semântica como eixo para uma abordagem da linguagem mediada por máquinas. Em um cenário de crescente plataformização do ensino (principalmente no ensino de língua estrangeira), ferramentas que utilizam processamento de linguagem natural são amplamente empregadas na correção de textos e na sugestão de vocabulário, mas operam com algoritmos que tendem a ignorar a complexidade semântica e discursiva da linguagem humana.

A Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE), de Antoine Culioli, oferece uma base teórica sólida para problematizar a ideia de que o sentido pode ser reduzido a relações fixas entre palavras e significados. Ao contrário das estruturas codificadas dos sistemas computacionais, o funcionamento da linguagem natural envolve operações cognitivas, subjetivas e operacionais. Nesse sentido, a semântica não deve ser entendida apenas como área técnica da linguística, mas como um instrumento pedagógico capaz de fortalecer a leitura crítica diante dos discursos automatizados. Portanto, o ensino da semântica, aliado à mediação docente, é fundamental para preparar estudantes a lidar de forma autônoma e reflexiva com as tecnologias de IA, promovendo uma formação linguística crítica em meio à digitalização crescente da educação.

Dessa forma, este artigo busca demonstrar como uma abordagem semântica, especialmente fundamentada na Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE), pode contribuir para revelar os limites da IA no trato com a linguagem natural e, ao mesmo tempo, apontar caminhos para sua integração crítica e eticamente orientada no ambiente escolar. Parte-se do pressuposto de que o ensino da semântica, aplicado à leitura e à escrita, pode se constituir como um eixo formativo que promove resistência aos discursos automáticos, preparando os sujeitos para

uma atuação reflexiva e crítica em uma sociedade cada vez mais mediada por algoritmos.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 A Inteligência Artificial na Educação: entre potencialidades e riscos

Mesmo com o vasto potencial da inteligência artificial para auxiliar o ensino e a aprendizagem, o desenvolvimento de suas aplicações traz consigo novas implicações éticas e riscos (Richter *et al.*, 2019).

O avanço da Inteligência Artificial (IA) no contexto educativo tem gerado debates profundos sobre suas contribuições, limitações e impactos éticos. Embora a aplicação da IA na educação tenha ganhado visibilidade, sua discussão crítica dentro da área educacional ainda é tímida. O predomínio de abordagens vindas das engenharias e ciências da computação, com ênfase nos aspectos técnicos, revela uma lacuna importante: a ausência de um olhar pedagógico e linguístico que compreenda o papel da linguagem, da interpretação e da formação crítica no uso dessas tecnologias.

De acordo com Durso e Arruda (2022, p.10), vemos que "as soluções de IA no ambiente educacional podem transformar empregos e impactar as atividades de ensino". Desse modo, o potencial transformador das soluções de IA no ambiente educacional, com seus impactos em empregos e atividades de ensino, ressalta a importância de uma análise aprofundada de como essa tecnologia interage com a linguagem.

Nesse contexto, a semântica, enquanto estudo do significado das palavras e enunciados, emerge como um campo crucial para compreendermos não apenas o que a IA processa, mas também como ela interpreta e gera informações. Ao considerarmos o impacto da IA na educação, torna-se fundamental investigar como a semântica pode nos ajudar a avaliar criticamente a precisão, a relevância e as possíveis nuances de significado nas interações mediadas por essas tecnologias, preparando educadores e alunos para um engajamento mais consciente e informado com a inteligência artificial.

Embora os sistemas operem com linguagem, eles não "compreendem" o significado da mesma forma que os humanos. O que está em "jogo", nesse sentido, não é apenas a funcionalidade da tecnologia, mas a sua capacidade de mediar relações educativas com profundidade semântica e respeito ao contexto cultural, social e subjetivo dos alunos.

> Nesse sentido, a intervenção humana continua sendo indispensável para garantir que as máquinas não tomem o controle do processo educacional de forma inadequada, mantendo a educação centrada no ser humano e nas relações interpessoais (Rohr; Bento; Klauch; Andrade; Valdo, 2025, p. 14).

Essa reflexão é essencial no debate sobre o uso da inteligência artificial na educação e a manutenção do protagonismo humano como guardião do sentido e da intencionalidade no processo de ensino-aprendizagem. As tecnologias baseadas em IA, sobretudo as que operam com modelos de linguagem natural, realizam análises baseadas em padrões estatísticos de ocorrência linguística, e não em compreensão semântica profunda. Elas são capazes de identificar e reproduzir construções linguísticas, mas não entendem os significados contextuais, as ambiguidades, as ironias ou os sentidos culturais que permeiam a linguagem humana.

"A tecnologia não substitui os professores, mas os complementa, proporcionando-lhes tempo para interagir com os alunos e para desenvolver práticas pedagógicas inovadoras e significativas" (Rohr *et al.*, 2025, p.07). São, portanto, cruciais para interpretar aquilo que a máquina não capta: os subtextos, as intenções comunicativas, os elementos pragmáticos e os valores subjacentes ao uso da linguagem. Isso reforça a ideia de que a linguagem na educação não é apenas uma ferramenta de transmissão de informação, mas um meio de construção de significados compartilhados, elemento essencial para a formação crítica dos alunos.

Desse modo, ao abordar a intervenção humana no processo educacional, Rohr *et al.* (2025) enfatizam a importância de manter a educação centrada no ser humano e nas relações interpessoais, reconhecendo que a interação social e a mediação humana são fundamentais para a construção do conhecimento. Nesse contexto, a menção às "relações interpessoais" remete à necessidade de um ambiente educacional dialógico.

1.2 A semântica como elemento crítico na mediação tecnológica

A semântica, entendida como o estudo do significado nas linguagens naturais, assume um papel central quando se trata da interação entre humanos e máquinas em ambientes educacionais. Assim, linguagem é um sistema de significados culturalmente construído, e interpretar corretamente uma mensagem envolve muito mais do que identificar palavras-chave ou estruturas sintáticas. Ferramentas de IA que atuam em correção de redações, recomendação de vocabulário ou sugestão de respostas frequentemente se baseiam em modelos de linguagem, que ignoram as nuances do subtexto, da ironia, da ambiguidade e das variações culturais da linguagem. Isso pode resultar em avaliações injustas ou *feedbacks* incoerentes.

Por isso, a semântica em sala de aula torna-se uma ponte para o uso mais consciente da IA no sentido de compreender como os significados se constroem, e os alunos podem interpretar de forma crítica os textos e respostas geradas por algoritmos, questionando automatismos e reconhecendo limites. Ou seja, o uso de IA na educação, quando orientado apenas por objetivos de eficiência ou redução de custos, corre o risco de empobrecer a experiência formativa, limitando a linguagem a um conjunto de dados padronizados, como vemos em Nascimento (2024, p. 28): "por mais avançadas que sejam, ainda são programadas e alimentadas por seres humanos, sendo sujeitas a falhas e limitações". Em contrapartida, experiências pedagógicas que aliam o uso de IA com ensino de semântica e leitura crítica podem demonstrar um potencial para formar sujeitos mais autônomos, capazes de dialogar com as tecnologias de forma reflexiva.

1.3 TOPE no cenário educacional com IA

Culioli (2010) argumenta que, se houvesse uma correspondência exata entre termos, teríamos uma nomenclatura ou, de forma mais ampla, uma codificação. No entanto, a relação entre um marcador e um valor não é sempre direta, pois pode haver um marcador associado a múltiplos valores, ou vários marcadores ligados a um único valor.

A Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE), desenvolvida por Antoine Culioli, oferece uma base sólida para problematizar a forma como as máquinas lidam com a linguagem humana, ao mesmo tempo que reforça a necessidade de uma mediação humana que compreenda o funcionamento semântico do discurso. Em Culioli (2010, p. 84), vemos que não existe uma correspondência termo a termo entre forma linguística e significado.

Diferentemente de sistemas codificados que operam por relações fixas entre marcadores e valores, na linguagem natural, as relações são dinâmicas e contextuais. Essa perspectiva rompe com a noção de linguagem como código fechado, frequentemente subentendida nas arquiteturas de IA baseadas em estatísticas de ocorrência lexical.

A IA, ao processar linguagem por meio de grandes modelos de probabilidade, tende a identificar recorrências e padrões formais, mas não executa operações de construção de sentido no plano enunciativo. Não reconhece, por exemplo, que uma mesma estrutura sintática pode realizar diferentes operações semânticas, conforme o contexto de produção. Como consequência, sua atuação em tarefas como avaliação de fuga ao tema, análise de coerência discursiva ou interpretação de metáforas torna-se limitada e, muitas vezes, equivocada. Neste ponto, a teoria se alinha à reflexão de Franckel (2011, p. 21):

> (...) o sentido das palavras e dos textos não é exterior à língua e oculta uma ordem própria que não é o decalque nem de um pensamento e nem de um referente externo, o acesso ao sentido só é possível por meio da atividade de paráfrase e de reformulação.

Essa atividade de reinterpretação contínua, mediada pela língua e pela experiência do sujeito, é inacessível (até então) às máquinas, que operam com algoritmos e não com consciência linguística ou posicionamento enunciativo.

Dessa forma, a TOPE permite compreender que o uso da linguagem envolve operações cognitivas e subjetivas que ultrapassam a lógica computacional da IA. Ao aplicar essa perspectiva ao contexto educativo, torna-se evidente que a mediação docente não é apenas desejável, mas epistemologicamente necessária. O professor é quem pode orientar os alunos na identificação dessas operações, ensinando-os a perceber como

os sentidos se constroem discursivamente e como a IA, apesar de útil, não possui essa capacidade de forma plena.

Além disso, o ensino da semântica, ancorado na TOPE, proporciona aos alunos ferramentas para questionar respostas geradas automaticamente por IA, exercitando uma postura crítica ante o discurso tecnológico. Em um ambiente escolar mediado por plataformas digitais e algoritmos, compreender que o sentido é instável, negociado e construído é um passo essencial para uma educação verdadeiramente crítica e transformadora.

1.4 Caminhos possíveis: integrar semântica e IA com consciência pedagógica

A incorporação de tecnologias de Inteligência Artificial (IA) no contexto escolar é um processo em expansão que desafia os fundamentos tradicionais da prática pedagógica. Contudo, mais do que introduzir novas ferramentas, o desafio reside em como integrá-las de forma crítica e eticamente orientada, preservando os princípios educativos que colocam o sujeito no centro da aprendizagem. Nesse sentido, a semântica apoiada na Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE) oferece um importante eixo teórico para mediar o uso da IA, ao propor uma compreensão da linguagem não como código fechado, mas como atividade interpretativa e produtora de sentido, compreendendo que não existe uma equivalência direta entre as unidades linguísticas e valores fixos, o que invalida a lógica de codificação binária frequentemente adotada por sistemas automatizados.

Para a TOPE, o sentido emerge de operações predicativas e enunciativas que envolvem escolhas, posicionamentos, variações e as experiências individuais do enunciador. Aplicar esse entendimento ao uso de IA na educação exige reconhecer que ferramentas como corretores automáticos, geradores de texto ou plataformas de avaliação não possuem capacidade de interpretar essas camadas profundas de sentido. Elas operam por padrões estatísticos, mas não captam nuances como ambiguidade, ironia ou construções metafóricas.

Por essa razão, o ensino da semântica torna-se essencial na formação crítica para o uso da IA. Não se trata apenas de utilizar recursos digi-

tais, mas de capacitar alunos e professores para compreender como o discurso se constrói e como a tecnologia interpreta (ou falha em interpretar) esses discursos. A prática pedagógica deve, portanto, incorporar atividades que estimulem a paráfrase, a reformulação e a análise semântica como estratégias de leitura crítica dos textos e das respostas geradas por IA. Como observa Franckel (2011, p. 21), "o acesso ao sentido só é possível por meio da atividade de paráfrase e reformulação", processo ausente nas operações de IA, mas central na atividade discursiva humana.

Além disso, os professores devem ser preparados para atuar como mediadores linguísticos e semânticos no uso pedagógico da tecnologia. Isso significa que, ao incorporar uma ferramenta de IA em sala de aula, o docente não deve apenas avaliar sua funcionalidade técnica, mas também promover discussões sobre os limites interpretativos da máquina. Por exemplo, em uma atividade de produção textual, pode-se comparar a correção feita pela IA com a análise feita por colegas ou pelo próprio professor, destacando divergências e interpretando os critérios subjacentes. Tais práticas desenvolvem no aluno a consciência metalinguística, fundamental para navegar num ambiente digitalizado com espírito crítico.

Outro caminho possível é integrar a TOPE em projetos interdisciplinares com linguística, filosofia da linguagem e tecnologias educacionais. A análise de textos com base em operações predicativas (como a organização das informações, os marcadores, os modos de enunciação) pode ser feita em articulação com o uso de IA, não como substituto da análise humana, mas como objeto de análise crítica. Isso transforma a IA de ferramenta passiva em objeto de estudo ativo, promovendo uma educação voltada para o letramento digital e discursivo ao mesmo tempo.

Por fim, é fundamental que as políticas educacionais e os currículos contemplem essa dimensão crítica da linguagem. Em um mundo em que algoritmos participam da produção e avaliação textual, compreender como o sentido é construído e como pode ser distorcido ou apagado por processos automáticos é uma competência fundamental para a formação cidadã. A semântica, tal como concebida pela TOPE, é, portanto, mais do que uma teoria linguística: é uma base para resistir à automatização superficial da linguagem e reafirmar o papel formativo da escola como espaço de construção de sentido.

2. METODOLOGIA

Este artigo adota uma abordagem qualitativa de cunho teórico-reflexivo, fundamentada na análise interdisciplinar entre estudos linguísticos, educação e tecnologia. A escolha metodológica se justifica pela natureza do objeto de estudo: a compreensão do sentido na linguagem natural e seus desdobramentos na interface com sistemas de inteligência artificial (IA) aplicados em contextos educacionais. Em vez de realizar experimentações empíricas ou análises estatísticas, optou-se por um percurso investigativo baseado na problematização conceitual e na construção argumentativa, com apoio em referenciais teóricos consolidados nas áreas envolvidas.

O eixo central da investigação é a aplicação dos pressupostos da Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE), desenvolvida por Antoine Culioli, como lente analítica para compreender as limitações dos sistemas de IA ante a complexidade do significado linguístico. A TOPE foi escolhida por seu caráter operacional e por oferecer uma concepção de linguagem que rompe com a visão codificadora tradicional, muito comum nos modelos computacionais contemporâneos. O exame do funcionamento das tecnologias de IA (especialmente os modelos de linguagem natural utilizados em ambientes educacionais) foi realizado com base na análise crítica de suas lógicas internas de processamento, que se apoiam na estatística e na recorrência de padrões léxico-sintáticos.

A metodologia incluiu ainda uma análise documental e bibliográfica, com base em textos de autores como Culioli (2010), Franckel (2011) e outros estudiosos das tecnologias educacionais. Foram selecionadas obras que discutem o papel da linguagem na construção de sentidos, as relações entre linguagem e cognição, bem como a atuação das IAs em tarefas linguísticas, especialmente no que diz respeito à correção de redações, avaliação de coerência textual e recomendação de vocabulário.

A análise foi guiada por três eixos principais: (1) o funcionamento semântico da linguagem natural e a crítica aos modelos baseados em codificação; (2) os limites da IA no trato com valores implícitos, ambíguos ou dependentes; e (3) a proposta de ensino da semântica, especialmente via TOPE, como forma de promover uma postura crítica ante as tecnologias educacionais. Em cada etapa, priorizou-se uma leitura interpretativa e argumentativa dos dados teóricos, com ênfase na articulação entre conceitos e na construção de uma visão crítica e transformadora da prática educativa.

Assim, esta metodologia não apenas sustenta os argumentos do artigo, como também reflete sua própria proposta epistemológica: a valorização da linguagem como lugar de negociação de sentidos, e não como simples mecanismo de transmissão de dados. A pesquisa, portanto, insere-se em uma perspectiva crítica da linguagem e da educação, com o intuito de contribuir para o debate sobre o papel das tecnologias digitais na formação de sujeitos reflexivos e autônomos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise teórico-reflexiva realizada neste estudo permitiu identificar tensões fundamentais entre os modos de funcionamento da linguagem humana e os sistemas de inteligência artificial aplicados à educação. Um dos principais resultados obtidos foi a constatação de que, apesar dos avanços tecnológicos na modelagem estatística da linguagem, os sistemas de IA ainda operam com uma lógica que ignora aspectos cruciais da construção de sentido, tais como contexto, subjetividade e polissemia.

A partir da perspectiva da Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE), foi possível problematizar a noção corrente, amplamente difundida nos discursos tecnológicos, de que a linguagem pode ser tratada como um código estável, em que palavras e estruturas carregam significados fixos. A reflexão demonstrou que essa suposição é equivocada na perspectiva pedagógica e epistemológica da forma que é descrita nos princípios da TOPE, o sentido é construído em ato, em função de operações cognitivas e contextuais que não podem ser reduzidas a estatísticas de concorrência léxica.

Além disso, evidenciou-se que a aplicação de IAs em tarefas como correção de redações, avaliação de coerência ou sugestão de vocabulário tende a reforçar normas linguísticas excludentes, desconsiderando a diversidade cultural, regional e discursiva dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou refletir sobre os desafios e limites do uso de inteligência artificial em contextos educacionais, especialmente no que se refere

à sua atuação sobre a linguagem natural. A partir da articulação entre a semântica e a Teoria das Operações Predicativas e Enunciativas (TOPE), foi possível demonstrar que o funcionamento da linguagem ultrapassa os mecanismos computacionais que orientam os modelos de linguagem atuais.

Conclui-se que, embora as tecnologias baseadas em IA possam oferecer ganhos em termos de agilidade e apoio a determinadas práticas pedagógicas, seu uso não pode ser descolado de uma reflexão crítica sobre os modos de significação e interpretação que operam no discurso. A linguagem, por ser um processo semântico-discursivo dinâmico e relacional, exige mediação humana qualificada, capaz de reconhecer suas nuances e complexidades.

A formação docente e o ensino da semântica assumem, nesse cenário, um papel estratégico: fornecer aos alunos os instrumentos conceituais e linguísticos para lerem criticamente os textos, algoritmos e plataformas com os quais interagem cotidianamente. Longe de promover uma rejeição às tecnologias, a proposta aqui defendida é de uma convivência crítica e criativa com elas, em que o humano não abdica de sua função interpretativa e pedagógica.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Fábio José de *et al.* Inteligência artificial em sala de aula: o futuro da educação. **Revista Aracê**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 102-120, 2024. DOI: https://doi.org/10.56238/arev6n3-102. Disponível em: https://doi.org/10.56238/arev6n3-102. Acesso em: 14 maio 2025.

CRUZ, K. R.; TOLEDO, R. da S.; OLIVEIRA, A. S. de; ALMEIDA, J. K. da S. T. de; MOREIRA, A. M.; GANDIN, L. R. A IA na sala de aula: como a Inteligência Artificial está redefinindo os métodos de ensino. **Rebena** - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 7, p. 19-25, 2023. Disponível em: https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/128. Acesso em: 10 maio 2025.

CULIOLI, A. **Escritos**. Buenos Aires: Santiago Arcos editor, 2010.

FRANCKEL, J. J.; PAILLARD, Denis. Aspecto da teoria de Antoine Culioli. In: VOGUÉ, Sarah de; FRANCKEL, Jean Jacques; PAILLARD, Denis. **Linguagem e enunciação:** representação, referenciação e regulação. São Paulo: Contexto, 2011.

NASCIMENTO, José Leônidas Alves do. **O Impacto da Inteligência Artificial na Educação:** Uma Análise do Potencial Transformador do ChatGPT. Formiga, MG: Editora MultiAtual, 2024. 47 p. DOI: 10.29327/5408302.

ROHR, Priscila Souza Santos *et al.* Quando a IA entra na sala de aula: perspectivas e paradigmas. **Revista Aracê**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 197-213, 2025. DOI: https://doi.org/10.56238/arev7n2-197. Disponível em: https://doi.org/10.56238/arev7n2-197. Acesso em: 14 maio 2025.

SILVA, K. R. da; BARBOSA, L. S. de O.; BOTELHO, W. L.; PINHEIRO, J. M. B.; PEIXOTO, I. dos S.; MENEZES, I. V. C. B. de. Inteligência artificial e seus impactos na educação: uma revisão sistemática. **RECIMA21** - Revista Científica Multidisciplinar, v. 4, n. 11, 2023.

Revista Educação C&T

Experiências, metodologias e práticas inovadoras

A TECNOLOGIA NO PROCESSO DE RECRUTAMENTO E SELEÇÃO EM GESTÃO DE PESSOAS COM UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Luís Otávio Toledo Perin
UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá/MG
luisotavioperin@gmail.com - https://lattes.cnpq.br/2143888716309833

Ana Carolina Oliveira Santos
UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá/MG
anasantos@unifei.edu.br - http://lattes.cnpq.br/8173965029579689

Patrícia Kelli Silva de Oliveira
UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá/MG
patriciak@unifei.edu.br - http://lattes.cnpq.br/2115329706708351

Resumo: A integração da inteligência artificial (IA) nos processos de recrutamento e seleção está revolucionando a forma como a gestão de recursos humanos automatiza tarefas repetitivas, melhora a tomada de decisões e aumenta a eficiência operacional. Esta revisão sistemática da literatura demonstra o impacto da tecnologia no recrutamento e seleção na gestão de pessoas através do uso da inteligência artificial, destacando o seu papel na redução da discriminação, na melhoria da avaliação de candidatos e na análise da procura de novos talentos. Apesar dos progressos, a investigação aponta para desafios relacionados com questões éticas, privacidade de dados e a necessidade de educação e formação contínua dos profissionais de RH para maximizar o potencial da inteligência artificial. Os resultados demonstram a importância de integrar a inovação tecnológica com a visão humana para gerar práticas e comportamentos inclusivos.
Palavras-chave: Automação de processos. Inteligência Artificial. Transformação digital.

Abstract: *The integration of artificial intelligence (AI) into recruitment and selection processes is revolutionizing the way human resource management automates repetitive tasks, improves decision-making, and increases operational efficiency. This systematic literature review demonstrates the impact of technology on recruitment and selection in people management through the use of artificial intelligence, highlighting its role in reducing discrimination, improving candidate assessment, and analyzing the demand for new talent. Despite progress, research points to challenges related to ethical issues, data privacy, and the need for continuous education and training of HR professionals to maximize the potential of artificial intelligence. The results demonstrate the importance of integrating technological innovation with human insight to generate inclusive practices and behaviors.*
Keywords: *Process Automation. Artificial Intelligence. Digital Transformation.*

INTRODUÇÃO

A gestão de pessoas é muito importante para o desempenho e sucesso de qualquer organização. Nesse contexto, o recrutamento e seleção de talentos são tarefas importantes, pois são responsáveis por recrutar e identificar os melhores candidatos para ocupar cargos nas empresas (Beatriz, 2022). O recrutamento e seleção de novos talentos desempenham um papel muito relevante nesse processo e afetam diretamente a composição da força de trabalho e o desempenho da empresa.

Cabe salientar que a forma de fazer esse processo sofreu grande mudança nos últimos anos, principalmente devido ao desenvolvimento da tecnologia (Duarte Neto; Bandeira; Macêdo, 2020). Por exemplo, participar de processo seletivo não é apenas enviar currículos impressos, mas sim utilizar plataformas e ferramentas específicas para essa finalidade (Da Silva; Valdevino, 2020).

Nos últimos anos, a tecnologia tem exercido um papel fundamental nesses processos, mudando a forma como encontram, avaliam e contratam funcionários (Duarte Neto; Bandeira; Macêdo, 2020). São utilizadas diversas técnicas, entre elas: software de análise de currículos, testes online e questionários (Beatriz, 2022).

À medida que a tecnologia continua a mudar, o processo de recrutamento e seleção também sofre alterações significativas com a adoção de novas ferramentas e estratégias que visam melhorar a sua eficácia e eficiência (Duarte Neto; Bandeira; Macedo, 2020). Independentemente do sistema tecnológico utilizado, ainda pode ser agregada a aplicação de novas tecnologias, como Inteligência Artificial (IA), muitas vezes para realizar diversas funções do sistema de coleta e selecionar o currículo por meio de triagem (Albassam, 2023).

A IA, que é a capacidade de um sistema digital realizar tarefas comumente associadas a seres humanos, como aprendizado, percepção, raciocínio, resolução de problemas e tomada de decisões, está cada vez mais presente nas tarefas de recrutamento e seleção de pessoas (Albassam, 2023). Leao e Fontana (2024) corroboram a ideia e a entendem como um mecanismo que utiliza algoritmos de processamento de dados e tomada de decisões baseadas em padrões identificados, permitindo a automa-

ção e a otimização de processos, incluindo o recrutamento e seleção de talentos.

Liu *et al.* (2021, p. 38) mencionam cinco aspectos em que a IA contribui para a gestão de recursos humanos: seleção inteligente e precisa; treinamento e desenvolvimento inteligentes; retenção inteligente; utilização inteligente e conjunto de talentos inteligentes.

Diante desse cenário, as organizações que empregam a IA terão uma vantagem competitiva comparada com as que não fazem uso dela (Nayak *et al.*, 2023). Nesse contexto, é importante compreender como a tecnologia avançada, especialmente a inteligência artificial, afeta o recrutamento e seleção das organizações. Portanto, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática da literatura para identificar os impactos que a IA tem proporcionado nos processos de recrutamento e seleção em ambiente organizacional.

O presente artigo se justifica pela necessidade de realizar uma reflexão sobre a utilização de novas tecnologias para o processo de recrutamento e seleção, que é a porta de entrada de novos colaboradores nas organizações. Para atingir esses objetivos, será utilizado o método de revisão sistemática de literatura, seguindo as etapas propostas por Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Nessa perspectiva, neste trabalho, busca-se relacionar o impacto que a tecnologia tem causado no processo de recrutamento e seleção, em especial com a utilização da inteligência artificial, a influência que é exercida na tomada de decisão dos gestores de pessoas e quais os benefícios e desafios enfrentados pelas organizações ao implementar a inteligência artificial no gerenciamento de processos seletivos. Parte-se da seguinte problemática: como a tecnologia tem impactado o processo de recrutamento e seleção através da inteligência artificial no processo de gestão de pessoas?

1. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Beatriz (2022), a utilização de ferramentas tecnológicas, como a internet, promove um processo de recrutamento e seleção dinâmico, eficiente e que garante o contato virtual entre as partes

envolvidas. Outro estudo evidenciou que a IA, os sistemas de análise de big data e as plataformas digitais têm sido cada vez mais adotados pelas empresas, potencializando a eficiência, a redução de custos e a melhoria da experiência dos candidatos (Beatriz, 2022).

No entanto, essa mesma pesquisa apontou que existem desafios éticos e de adaptação organizacional associados ao uso dessas tecnologias, como a seletividade durante o processo. Nesse sentido, a literatura assinala que, embora a tecnologia traga avanços significativos para o processo de seleção, é fundamental que as organizações adotem uma abordagem estratégica, equilibrando inovação e humanização.

1.1 Tendências e benefícios da tecnologia no recrutamento e seleção

De se destacar que a digitalização dos processos de RH traz diversos benefícios para as organizações. A inteligência artificial é utilizada para tarefas como triagem de currículos, identificação de pessoas com perfis adequados e realização de entrevistas preliminares (Gilch; Sieweke, 2020). Isso permite que os profissionais de RH se concentrem em outras atividades, como análise de dados e tomada de decisões.

Além disso, o uso de big data e pesquisas pode facilitar o processo seletivo, definindo melhor as competências e os perfis dos candidatos. Por sua vez, a adoção digital de processos e plataformas de seleção amplia o alcance e a visibilidade das oportunidades de emprego, atraindo mais talentos (Gilch, Siweke, 2020). Esses avanços tecnológicos ajudam a aprimorar a experiência do candidato por meio de um processo de seleção mais eficiente, personalizado e transparente.

1.2 Desafios da integração da tecnologia aos processos seletivos

Embora a tecnologia ofereça muitos benefícios, ela também traz consigo alguns desafios que as organizações devem enfrentar. Integrar profissionais de liderança e RH é fundamental para agregar com sucesso a tecnologia no processo de seleção. Além disso, as questões éticas relativas à utilização de algoritmos e inteligência artificial devem ser cuida-

dosamente avaliadas para garantir imparcialidade e justiça no recrutamento e seleção.

A inclusão também é um ponto importante a ser considerado, uma vez que a digitalização pode criar barreiras de acesso para determinados grupos, comprometendo a diversidade nas organizações. Outro desafio refere-se à necessidade de adaptação das competências dos profissionais de RH, que precisam desenvolver novas habilidades para lidar com as ferramentas tecnológicas e extrair insights valiosos dos dados gerados (Ore; Sposato, 2021).

Em síntese, a tecnologia tem exercido um papel crucial nos processos de recrutamento e seleção, trazendo benefícios significativos, como maior eficiência, precisão e alcance. Entretanto, sua integração também demanda uma abordagem estratégica que equilibre inovação e humanização, endereçando adequadamente os desafios éticos, de inclusão e de adaptação organizacional (Duarte Neto; Bandeira; Macêdo, 2020).

Nesse sentido, o uso da tecnologia, principalmente da inteligência artificial, no recrutamento e seleção tem proporcionado oportunidades para as organizações, pois agiliza o processo e garante a conclusão dos trabalhos. As principais habilidades incluem iniciar tarefas repetitivas, analisar perfis de candidatos e tomar decisões rápidas e eficazes. A inteligência artificial pode ser usada para avaliar currículos, identificar perfis, realizar testes online e conduzir entrevistas reais com candidatos (Albassam, 2023; Esch *et al.*, 2020). Todas essas ferramentas tornam o processo de recrutamento e seleção fácil e conveniente, reduzindo custos e tempo (Gonzalez *et al.*, 2019; Chen, 2022; Albassam, 2023).

Contudo, o uso da IA também apresenta alguns desafios. Estudos indicam que um dos principais riscos é a possibilidade de perpetuação de vieses humanos nos algoritmos da IA. Isso significa que, se os dados utilizados para treinar os algoritmos da IA contiverem preconceitos, estes podem ser refletidos nas decisões tomadas pelo sistema, levando a potenciais casos de discriminação (Ore; Sposato, 2021).

Igualmente, há preocupações éticas relacionadas à falta de transparência e aplicabilidade dos sistemas de IA, o que pode afetar a confiança dos candidatos no processo e levantar questões sobre a legalidade de algumas práticas (Gonzalez *et al.*, 2019; Albassam, 2023; Albert, 2019).

Portanto, o uso de tecnologias, especialmente a IA, nos processos de recrutamento e seleção pode trazer benefícios, mas também requer cuidados e uma abordagem ética e responsável para garantir a igualdade de oportunidades e evitar a perpetuação de vieses (Albassam, 2023; Gonzalez *et al.*, 2019).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que os objetivos da pesquisa fossem contemplados, foi utilizado o método de revisão sistemática de literatura, seguindo as etapas adaptadas e propostas por Tranfield, Denyer e Smart (2003), que são a formulação das perguntas de pesquisa, a busca e seleção de estudos, a seleção e avaliação da qualidade dos estudos, análise e síntese dos dados e análise dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de revisão sistemática da literatura proposto por Tranfield, Denyer e Smart (2003) possui cinco etapas, sendo elas:

3.1 Formulação das perguntas de pesquisa

Com o objetivo de iniciar o processo, estabeleceram-se as seguintes perguntas de pesquisa:

- Quais são os principais impactos no processo de recrutamento e seleção com tecnologias baseadas em inteligência artificial?
- Como a inteligência artificial tem influenciado a tomada de decisão dos gestores de pessoas durante o recrutamento e seleção?
- Quais são os benefícios e desafios enfrentados pelas organizações ao implementar inteligência artificial no gerenciamento de processos seletivos?

3.2 Busca e seleção de estudos

A próxima etapa da revisão sistemática consiste na busca e seleção dos estudos que serão utilizados na pesquisa. Esse trabalho tem como propósito sintetizar as investigações disponíveis sobre o impacto que a tecnologia tem causado no processo de recrutamento e seleção em gestão de pessoas com utilização da inteligência, proporcionando uma análise ampla e fundamentada do tema.

A pesquisa foi realizada em periódicos científicos internacionais indexados na base de dados eletrônica da Scopus, sendo acessada via credencial da Unifei, através da página dos periódicos Capes e login na Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). A busca foi estabelecida na combinação das palavras-chave em inglês "recruitment" AND "selection" AND "human resources" OR "HR" AND "technology" AND "artificial intelligence" OR "AI", considerando apenas artigos de língua inglesa.

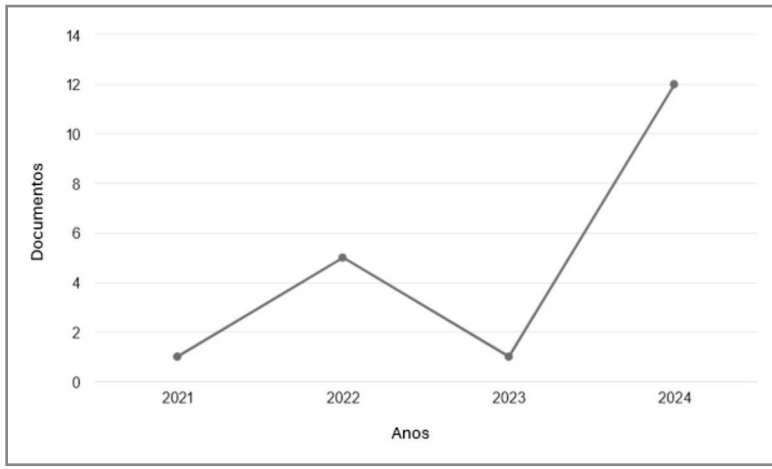
3.3 Seleção e avaliação da qualidade dos estudos

A busca dos trabalhos foi realizada na base de dados no período de 2021 a 2024, considerando todas as áreas temáticas disponíveis na base de dados, sendo: Ciência da Computação, Negócios, Gestão e Contabilidade, Engenharia, Ciências Sociais, Economia, Econometria e Finanças, Ciências da Decisão, Física e Astronomia, Psicologia, Medicina, Multidisciplinar, Matemática, Ciência dos Materiais, Energia, Neurociência, Ciência Ambiental, Artes e Humanidades.

Desse modo, ao se realizar a seleção dos estudos, por título do artigo, resumo e palavras-chave, apenas com as palavras-chave mencionadas acima, foram encontrados 48 resultados, de todos os anos e de todos os tipos de publicações. Após a seleção temporal (2021-2024), opção por periódico do tipo "artigo" e de "língua inglesa", o resultado foi de 19 documentos encontrados.

A Figura 1 a seguir apresenta a quantidade total de artigos pesquisados após o ajuste dos filtros, publicados por ano, evidenciando um número maior de publicações no ano de 2024, o que representa um aumento significativo e uma tendência do tema.

Figura 1 - Análise de porcentagem de periódicos pesquisados na plataforma Scopus após aplicações de filtro temporal, tipo de publicação e linguagem



Fonte: Adaptado de Scopus (2024).

Depois de aplicar os critérios de inclusão, que consistem em apenas trabalhos que abordavam o impacto da tecnologia e da inteligência artificial no processo de recrutamento e seleção, em língua inglesa, e o critério de exclusão, sendo estabelecido que trabalhos que se distanciavam do objetivo da pesquisa seriam ignorados, a seleção resultou em nove trabalhos, havendo disponibilidade de consulta em todos, sendo estes utilizados para a realização da revisão sistemática. Abaixo, o Quadro 1 apresenta um resumo da quantidade de artigos pesquisados no período de 2021 a 2024.

Quadro 1 - Quantidade de artigos pesquisados (2021-2024)

Base de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados	Artigos Disponíveis
Scopus	48	09	09

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.4 Recrutamento e seleção e a inteligência artificial

Os estudos analisados abordaram uma variedade de dimensões, partindo da tecnologia que auxilia no processo até aquela que pode gerar

desigualdade na seleção, que compõem o processo de recrutamento e seleção com a utilização de tecnologias, em especial da inteligência artificial no processo de gestão de pessoas.

O Quadro 2 apresenta os impactos, influência e os benefícios ao utilizar a inteligência artificial no processo de recrutamento e seleção.

Quadro 2 - Fatores que influenciam no recrutamento e seleção no processo de gestão de pessoas

Autor(es)	Quais são os principais impactos no processo de recrutamento e seleção com tecnologias baseadas em inteligência artificial?	Como a inteligência artificial tem influenciado a tomada de decisão dos gestores de pessoas durante o recrutamento e seleção?	Quais são os benefícios e desafios enfrentados pelas organizações ao implementar inteligência artificial no gerenciamento de processos seletivos?
Ore e Sposato (2021)	Impactam o processo de recrutamento e seleção ao automatizar tarefas rotineiras, como a triagem de currículos e a análise de dados de candidatos. Isso permite que os recrutadores se concentrem em atividades mais estratégicas, como a construção de relacionamentos e a avaliação cultural dos candidatos. No entanto, a adoção de IA também pode introduzir riscos, como a perpetuação de preconceitos humanos nos algoritmos, o que pode resultar em discriminação inadvertida durante o processo de seleção.	Influencia a tomada de decisão dos gestores de pessoas ao fornecer dados analíticos que podem melhorar a eficácia das escolhas de candidatos. Os recrutadores podem utilizar a IA para otimizar a seleção, mas ainda precisam aplicar características humanas, como empatia e julgamento, para avaliação cultural do candidato. Isso sugere que, embora a IA ofereça suporte na análise de dados, a decisão final ainda requer a intuição e a experiência humana.	Os benefícios incluem a automação de tarefas repetitivas, o que aumenta a eficiência e permite que os recrutadores se concentrem em atividades mais estratégicas. No entanto, os desafios incluem a introdução de preconceitos nos algoritmos, a necessidade de garantir a ética e a privacidade, e a resistência dos recrutadores em relação à automação, que pode gerar desconfiança e medo de perda de emprego.
Gong *et al.* (2022)	Impactam ao automatizar a triagem de currículos, permitindo uma análise mais rápida e precisa das qualificações dos candidatos. A IA também facilita a identificação de padrões e tendências nos dados dos candidatos, melhorando a correspondência entre as habilidades dos candidatos e as necessidades da empresa. Além disso, a utilização de algoritmos de aprendizado de máquina pode reduzir o viés humano, promovendo uma seleção mais justa e diversificada.	Influencia ao fornecer análises de dados mais robustas e insights preditivos sobre o desempenho dos candidatos. Isso permite que os gestores tomem decisões mais informadas e baseadas em evidências, minimizando a subjetividade no processo de seleção. A IA também ajuda a identificar candidatos que se alinham melhor com a cultura organizacional e as competências necessárias para o cargo.	Os benefícios incluem a eficiência na triagem de currículos, a redução de viés humano e a melhoria na correspondência entre candidatos e vagas. No entanto, os desafios enfrentados pelas organizações incluem a necessidade de garantir a qualidade dos dados utilizados, a resistência à mudança por parte dos colaboradores e a preocupação com a privacidade e a ética no uso de dados pessoais dos candidatos.

Continua...

Continuação...

Autor(es)	Quais são os principais impactos no processo de recrutamento e seleção com tecnologias baseadas em inteligência artificial?	Como a inteligência artificial tem influenciado a tomada de decisão dos gestores de pessoas durante o recrutamento e seleção?	Quais são os benefícios e desafios enfrentados pelas organizações ao implementar inteligência artificial no gerenciamento de processos seletivos?
Afolabi *et al.* (2021)	Impactam ao melhorar a eficácia na triagem de currículos, reduzir o tempo e o esforço necessários para identificar candidatos qualificados e aumentar a precisão na correspondência entre as competências dos candidatos e as necessidades da organização. A automação de tarefas repetitivas e a utilização de sistemas de especialistas contribuem para uma seleção mais eficiente e alinhada aos objetivos organizacionais, promovendo uma melhor alocação de talentos.	Influencia ao fornecer dados analíticos que melhoram a qualidade das decisões de contratação. A utilização de IA permite que os gestores identifiquem candidatos que se alinham mais estreitamente com as competências exigidas para as funções, além de facilitar a comunicação com os candidatos e a organização dos processos seletivos, resultando em decisões mais informadas e eficazes.	Os benefícios incluem a melhoria na qualidade dos serviços, a eficiência operacional e a redução de custos associados ao recrutamento. No entanto, as organizações enfrentam desafios como a resistência à mudança, a necessidade de capacitação dos colaboradores e a compreensão do verdadeiro valor da tecnologia, que pode ser obscurecida em torno da IA.
Deepa *et al.* (2024)	Impactam ao automatizar a triagem de currículos e a análise de dados de candidatos, aumentando a eficiência e a precisão na identificação de talentos. No entanto, surgem preocupações sobre a transparência e a ética, especialmente em relação ao viés nos algoritmos utilizados.	Influencia ao fornecer análises baseadas em dados que ajudam a prever o desempenho dos candidatos. Isso permite decisões mais informadas e objetivas, embora a supervisão humana continue sendo essencial para garantir a ética e a justiça nas decisões automatizadas.	Os benefícios incluem maior eficiência, redução de custos e a capacidade de analisar grandes volumes de dados para identificar candidatos ideais. Os desafios incluem questões éticas relacionadas à privacidade dos dados, o potencial viés nos algoritmos e a necessidade de desenvolver competências gerenciais para lidar com as novas tecnologias.
Balcioğlu e Artar (2024)	Impactam ao otimizar a triagem de currículos, reduzir o tempo e os custos associados à contratação, e melhorar a precisão na seleção de candidatos. A utilização de *chatbots* e algoritmos de IA permite uma análise mais racional e menos burocrática, resultando em uma taxa de acerto de 82% na contratação de candidatos adequados, em comparação com métodos tradicionais que apresentam taxas de sucesso muito inferiores, como 35% em testes de personalidade e talento.	Influencia a tomada de decisão ao fornecer dados analíticos que ajudam a identificar candidatos que melhor se alinham às necessidades da empresa. A pesquisa indica que os gestores que utilizam IAM em entrevistas relatam maior satisfação com os resultados de recrutamento, uma vez que as decisões são baseadas em análises objetivas e não em impressões subjetivas, como ocorre em entrevistas não estruturadas.	Os benefícios incluem a melhoria da eficiência, a redução de custos e a capacidade de realizar uma triagem mais eficaz de candidatos. No entanto, os desafios incluem a necessidade de garantir a transparência e a ética nos processos de seleção, bem como a superação de preconceitos que podem estar embutidos nos algoritmos de IA. Além disso, a aceitação da tecnologia por parte dos candidatos e a adaptação dos gestores às novas ferramentas são aspectos críticos a serem considerados.

Continua...

Continuação...

Autor(es)	Quais são os principais impactos no processo de recrutamento e seleção com tecnologias baseadas em inteligência artificial?	Como a inteligência artificial tem influenciado a tomada de decisão dos gestores de pessoas durante o recrutamento e seleção?	Quais são os benefícios e desafios enfrentados pelas organizações ao implementar inteligência artificial no gerenciamento de processos seletivos?
Leao e Fontana (2024)	Impactam o processo ao torná-lo mais eficiente e acessível, pois permitem uma análise mais rápida de currículos, melhoram a experiência do candidato ao fornecer feedback instantâneo e facilitam a comunicação durante o processo. Além disso, a IA pode ajudar a identificar talentos que se alinham melhor com as necessidades da organização, promovendo uma abordagem mais inclusiva e diversificada, conforme mencionado por Bartáková *et al.* (2017) e outros autores que destacam a relevância da IA na gestão de recursos humanos.	Influencia ao fornecer dados analíticos que ajudam a identificar candidatos com as habilidades e competências desejadas. Os sistemas de IA podem otimizar a seleção de talentos, permitindo que os gestores tomem decisões mais informadas e baseadas em evidências, como observado por Liu *et al.* (2021), que discutem a análise de gestão de talentos na era da IA.	Os benefícios incluem a eficiência na triagem de candidatos, a redução de viés humano e a melhoria na experiência do candidato. No entanto, os desafios incluem a necessidade de garantir a transparência dos algoritmos, a proteção de dados pessoais e a resistência à mudança por parte dos gestores e colaboradores, conforme discutido por Coculova e Tomcikova (2021).
Band *et al.* (2024)	Impactam ao automatizar tarefas como triagem de currículos, análise de dados de candidatos e previsão de adequação cultural. Ferramentas como Textio e Entelo utilizam processamento de linguagem natural e análises preditivas para melhorar a qualidade das descrições de vagas e aumentar a diversidade dos candidatos, resultando em processos mais rápidos e eficientes.	Influencia a tomada de decisão ao fornecer dados analíticos que melhoram a precisão na seleção de candidatos. Através de algoritmos que analisam grandes volumes de dados, os gestores podem tomar decisões mais informadas sobre a adequação dos candidatos às vagas, minimizando preconceitos e melhorando a experiência do candidato.	Os benefícios incluem maior eficiência, redução de viés humano e melhor experiência do candidato. No entanto, as organizações enfrentam desafios como preocupações com a privacidade dos dados, a ética no uso da tecnologia e a resistência à mudança por parte dos colaboradores. A compreensão desses aspectos é crucial para uma adoção bem-sucedida da IA.
Alnsour *et al.* (2024)	Os principais impactos no processo de recrutamento e seleção com tecnologias baseadas em inteligência artificial incluem a redução de vieses, a diminuição do tempo e dos custos envolvidos, além da melhoria na qualidade da seleção de candidatos. A IA permite uma triagem mais eficiente de currículos e a previsão de características dos candidatos, como personalidade e habilidades cognitivas, o que resulta em um processo mais ágil e eficaz.	A inteligência artificial tem influenciado a tomada de decisão dos gestores de pessoas ao fornecer dados analíticos que ajudam a identificar candidatos mais adequados com base em critérios objetivos. Isso não apenas melhora a precisão das contratações, mas também permite que os gestores se concentrem em aspectos mais estratégicos do recrutamento, como a cultura organizacional e a diversidade, ao invés de se perderem em tarefas administrativas.	Os benefícios incluem a eficiência aumentada, a redução de custos e a melhoria na qualidade das contratações. No entanto, os desafios incluem a resistência à adoção de novas tecnologias, a necessidade de capacitação dos profissionais de RH e a preocupação com a ética e a transparência nos processos de seleção automatizados.

Continua...

Continuação...

Autor(es)	Quais são os principais impactos no processo de recrutamento e seleção com tecnologias baseadas em inteligência artificial?	Como a inteligência artificial tem influenciado a tomada de decisão dos gestores de pessoas durante o recrutamento e seleção?	Quais são os benefícios e desafios enfrentados pelas organizações ao implementar inteligência artificial no gerenciamento de processos seletivos?
Nain e Shankar (2024)	Impactam ao permitir a automação de tarefas repetitivas, análise rápida de grandes volumes de dados e a mitigação de vieses humanos. A IA oferece uma abordagem mais objetiva e baseada em evidências, melhorando a eficiência e a experiência do candidato, ao mesmo tempo que personaliza as interações através de ferramentas como chatbots, que proporcionam respostas em tempo real.	Influencia a tomada de decisão dos gestores de pessoas ao fornecer análises preditivas que ajudam a identificar candidatos com maior potencial de sucesso. Os algoritmos de IA podem avaliar informações de currículos, resultados de avaliações e até interações em redes sociais, permitindo decisões mais informadas e reduzindo a dependência de julgamentos subjetivos.	Os benefícios incluem a eficiência na triagem de candidatos, a redução de vieses inconscientes e a melhoria da experiência do candidato. No entanto, os desafios incluem a proteção de dados dos funcionários e a necessidade de evitar uma dependência excessiva de ferramentas digitais, além de garantir a transparência e a ética nos processos de seleção.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados evidencia que a utilização de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA) no recrutamento e seleção tem promovido avanços significativos na eficiência e eficácia dos processos (Nain; Shyam, 2024). A automação de tarefas repetitivas, como a triagem de currículos e a análise de dados, reduz o tempo e os custos envolvidos, permitindo que gestores e recrutadores se concentrem em atividades estratégicas. Essa transformação tecnológica, além de otimizar a alocação de recursos, contribui para uma gestão mais ágil e assertiva na identificação de talentos.

Assim sendo, por meio da IA, é possível obter um nível mais aperfeiçoado de personalização no processo de recrutamento e seleção, com o uso de chatbots, por exemplo, que fornecem respostas em tempo real às consultas realizadas, podendo aperfeiçoar a experiência do candidato durante o contato com o recrutador (Rejeki; Sulistyowati, 2023). Quanto a essa tecnologia, softwares como Mya, Olivia e Jobpal utilizam o processamento de linguagem natural e inteligência artificial para selecionar possíveis candidatos em potencial a determinadas vagas, fazendo com

que haja uma correlação entre candidato e vaga a ser ocupada, tornando o processo mais assertivo e adaptado à realidade à medida que forem usados (Band *et al.*, 2024).

Ademais, a aplicação de IA tem influenciado diretamente a tomada de decisão dos gestores, oferecendo dados analíticos robustos e insights preditivos. Essa capacidade permite uma avaliação mais criteriosa das competências e alinhamento cultural dos candidatos, reduzindo a subjetividade característica dos métodos tradicionais. No entanto, a análise deixa claro que a supervisão humana continua sendo essencial para complementar os resultados gerados pelas ferramentas digitais, garantindo que fatores como empatia e julgamento crítico sejam incorporados às decisões finais.

Por outro lado, os desafios associados à implementação da IA também são ressaltados, especialmente no que tange à ética e à transparência dos processos. Há uma preocupação significativa com os vieses que podem ser perpetuados pelos algoritmos, caso não sejam cuidadosamente desenvolvidos e monitorados. Além disso, a privacidade dos dados pessoais e a resistência à mudança por parte de colaboradores e gestores são barreiras que precisam ser enfrentadas pelas organizações para que a adoção da tecnologia seja sustentável e amplamente aceita.

Outro ponto relevante é a necessidade de capacitação contínua dos profissionais de recursos humanos para lidar com as novas ferramentas tecnológicas. O uso eficiente da IA demanda habilidades técnicas específicas, como a interpretação de análises preditivas e o entendimento dos limites da tecnologia. Esse cenário ressalta a importância de investir em treinamento e no desenvolvimento de competências que permitam uma integração harmônica entre os recursos digitais e as práticas humanas no ambiente organizacional.

Por fim, a análise reafirma que, embora a inteligência artificial tenha transformado profundamente o processo de recrutamento e seleção, seu sucesso depende de uma abordagem equilibrada. A combinação entre a objetividade das ferramentas tecnológicas e a sensibilidade humana é essencial para promover processos mais inclusivos, éticos e eficazes. Assim, as organizações que conseguirem aliar inovação tecnológica à gestão estratégica de pessoas estarão mais bem posicionadas para atrair e reter talentos em um mercado cada vez mais competitivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da inteligência artificial no recrutamento e seleção de pessoas representa um marco na evolução dos processos de gestão de pessoas, promovendo avanços significativos na eficiência e na precisão das contratações. As tecnologias baseadas em IA têm demonstrado grande potencial para otimizar tarefas operacionais e fornecer análises que enriquecem a tomada de decisão. Contudo, a eficácia dessas soluções está diretamente ligada à capacidade das organizações de implementar estratégias éticas e transparentes, capazes de mitigar os riscos associados, como preconceitos nos algoritmos e invasão de privacidade.

Outro ponto crucial é a integração entre as habilidades humanas e as capacidades tecnológicas, evidenciada como um fator decisivo para o sucesso dos processos seletivos modernos. A empatia e o julgamento crítico dos gestores continuam indispensáveis para avaliar nuances subjetivas, como alinhamento cultural e motivação dos candidatos. Nesse contexto, a formação e a capacitação contínua das equipes de recursos humanos são fundamentais para assegurar que os recursos tecnológicos sejam utilizados de forma estratégica e equilibrada.

Nesse contexto, o impacto da inteligência artificial no recrutamento e seleção é tanto uma oportunidade quanto um desafio para as organizações. Aqueles que conseguirem equilibrar inovação tecnológica, responsabilidade ética e gestão estratégica terão vantagens competitivas na atração e retenção de talentos. Assim, a adoção dessas tecnologias deve ser acompanhada por um comprometimento com a qualidade, a equidade e a transparência nos processos, garantindo que os avanços tecnológicos beneficiem não apenas as empresas, mas também os candidatos e a sociedade como um todo.

Importante destacar que o estudo apresenta limitações, como a utilização exclusiva de uma base de dados, a Scopus, além do período de abrangência, que é de 2021 a 2024, retratando os últimos três anos sobre o assunto. Dessa forma, para que haja uma melhor compreensão e abrangência, é interessante considerar um universo mais populoso de informações, com novas bases e até um período maior de pesquisa.

Como trabalho futuro, sugiro a continuidade e aprofundamento desta pesquisa, devendo ser estruturado em duas frentes, sendo um estudo prá-

tico das situações aqui encontradas, com aplicação de pesquisa e questionário em empresas que utilizam a IA nos processos de recrutamento, seleção e o estudo para as técnicas específicas que a IA pode gerar durante o processo de recrutamento e seleção, mais especificamente em seus algoritmos, que tratam inúmeras formas de analisar e selecionar os candidatos.

REFERÊNCIAS

ALBASSAM, W. A. The Power of Artificial Intelligence in Recruitment: An Analytical Review of Current AI-Based Recruitment Strategies. **International Journal of Professional Business Review**, v. 8, n. 6, 19 jun. 2023.

ALDULAIMI, S. H. *et al.* Experimental Perspective of Artificial Intelligence Technology in Human Resources Management. **Applications of Artificial Intelligence in Business, Education and Healthcare**, p. 487-511, 2021.

ALNSOUR, A. S. *et al.* The impact of implementing AI in recruitment on human resource management efficiency and organizational development effectiveness. **Journal of Infrastructure, Policy and Development**, v. 8, n. 8, p. 6186, 15 ago. 2024.

BALCIOĞLU, Y. S.; ARTAR, M. Artificial intelligence in employee recruitment. **Global business and organizational excellence**, v. 43, n. 5, p. 56-66, 2024.

BAND, G. *et al.* Assessing the Efficacy of Utilizing Artificial Intelligence for Human Resources Management in the Indian IT Industry. **Nanotechnology Perceptions**, v. 20, n. S5, 2024.

BEATRIZ, K. Recrutamento e seleção: novas tendências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 7, n. 11, p. 25-33, 17 nov. 2022.

DA SILVA, J.; OLIVEIRA VALDEVINO, M. A importância do processo de recrutamento e seleção nas organizações. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, n. 190, p. 1-17, 18 fev. 2020.

DEEPA, R. *et al.* Impact of AI-focussed technologies on social and technical competencies for HR managers – A systematic review and research agenda. **Technological forecasting and social change**, v. 202, n. 123301, p. 1-15, 2024.

DUARTE NETO, A.; BANDEIRA, P. S. R. DE S.; MACÊDO, M. E. C. Novas Ferramentas para encontrar Talentos: Recrutamento e Seleção On-Line / New Tools for Finding Talents: Online Recruitment and Selection. ID on line **Revista de Psicologia**, v. 14, n. 50, p. 964-974, 30 maio 2020.

GILCH, P. M.; SIEWEKE, J. Recruiting digital talent: The strategic role of recruitment in organisations' digital transformation. **German Journal of Human Resource Management: Zeitschrift für Personalforschung**, v. 35, n. 1, p. 53-82, 9 set. 2020.

GONG, Y. *et al.* Design and interactive performance of human resource management system based on artificial intelligence. **PLOS ONE**, v. 17, n. 1, p. e0262398, 28 jan. 2022.

LEAO, J.; FONTANA, M. **An egalitarian talent selection model to support learning organizations**. Learning organization. The Learning organization, 21 maio 2024.

LIU, S.; Li, G.; XIA, H. **Analysis of talent management in the artificial intelligence era**. 5th Asia-Pacific Conference on Economic Research and Management Innovation, ERMI. 2021, (p. 38-42). Atlantis Press.

NAIN, V.; SHANKAR S., H. EMPIRICAL ANALYSIS OF THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HUMAN RESOURCES RECRUITMENT AND SELECTION. **Proceedings on Engineering Sciences**, v. 6, n. 2, p. 817-826, 5 jun. 2024.

NAYAK, A.; SATPATHY, I.; PATNAIK, B. C. M.; BARAL, S. K.; KHANG, A. **Impact of artificial intelligence (AI) on talent management (TM):** a futuristic overview. In Designing workforce management systems for industry 4.0. 2023. p. 139-158. CRC Press.

ORE, Olajide; SPOSATO, Martin. Opportunities and risks of artificial intelligence in recruitment and selection. **International Journal of Organizational Analysis**, v. 30, n. 6, p. 1771-1782, 2022. DOI: 10.1108/IJOA-07-2020-2291.

REJEKI, S. S.; SULISTYOWATI, P. Automatisasi proses robotik dan dampaknya pada akuntansi. **Journal Riset Manajemen dan Ekonomi**. 2023.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, set. 2003.

HIDROBOV: MONITORAMENTO INTELIGENTE DE BEBEDOUROS BOVINOS

Alessandro do Nascimento Brocco
Escola Técnica Estadual de Rondonópolis (Seciteci/MT)
a.brocco1996@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/6911743476978754
Fabiano Keiji Taguchi
Escola Técnica Estadual de Rondonópolis (Seciteci/MT)
fabianotaguchi@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/4875106086944932
Marcos Pires de Almeida
Escola Técnica Estadual de Rondonópolis (Seciteci/MT)
marcosalmeida@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/8516307100657427

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento do Hidrobov, um sistema inteligente de monitoramento da qualidade e do consumo de água em bebedouros bovinos. A iniciativa surgiu como prática pedagógica no curso técnico em Desenvolvimento de Sistemas da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, com apoio do laboratório de Robótica Educacional. O sistema foi projetado para realizar leituras automáticas de vazão, turbidez e temperatura da água, utilizando sensores conectados a um microcontrolador com acesso à internet, permitindo armazenamento local de dados e transmissão para um painel de controle remoto. A estrutura do protótipo foi construída a partir de peças impressas em 3D, possibilitando personalização e manutenção facilitada. Os testes em ambiente simulado demonstraram a eficácia do sistema na identificação de alterações na qualidade da água e em padrões de consumo, com potencial para prevenir desperdícios e melhorar o manejo hídrico. O projeto também teve reconhecimento em feiras científicas, destacando-se como uma solução acessível e inovadora para o setor agropecuário, consolidando o papel das Escolas Técnicas na formação para a era digital.
Palavras-chave: Arduino. Pecuária. Qualidade da água. Monitoramento. Robótica educacional.

Abstract: *This article presents the development of Hidrobov, an intelligent system for monitoring the quality and consumption of water in cattle drinkers. The initiative emerged as a pedagogical practice within the technical course in Systems Development at the State Technical School of Rondonópolis, with support from the Educational Robotics Laboratory. The system was designed to perform automatic readings of flow rate, turbidity, and water temperature using sensors connected to a microcontroller with Internet access, enabling local data storage and transmission to a remote control panel. The prototype structure was built from 3D-printed parts, allowing for customization and easy maintenance. Tests in a simulated environment demonstrated the system's effectiveness in identifying changes in water quality and consumption patterns, with the potential to prevent waste and improve water management. The project was also recogni-*

zed at scientific fairs, standing out as an accessible and innovative solution for the agricultural sector, reinforcing the role of Technical Schools in training for the digital age.
Keywords: *Arduino. Livestock. Water quality. Monitoring. Educational Robotics.*

INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais importantes para o desenvolvimento saudável dos bovinos e, consequentemente, para a atividade de pecuária. No entanto, o controle da qualidade e da quantidade de água fornecida ainda é tema de estudos nas propriedades rurais e pode comprometer tanto a saúde dos animais quanto a eficiência da produção.

Diante dessa realidade, o presente artigo apresenta o desenvolvimento do projeto Hidrobov, um sistema de monitoramento inteligente voltado ao acompanhamento da qualidade e do consumo de água em bebedouros bovinos. O projeto foi fomentado no contexto do curso técnico em Desenvolvimento de Sistemas da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, com orientação docente e com apoio do Laboratório de Robótica Educacional da instituição.

O objetivo do projeto é fornecer ao pecuarista uma solução prática e acessível para o controle em tempo real de parâmetros como turbidez, temperatura e vazão da água nos cochos, permitindo identificar situações de desperdício ou baixa aceitação pelos animais. A ideia surgiu a partir da observação de problemas recorrentes no campo e foi aprimorada com base em contribuições técnicas, incluindo a orientação de um médico veterinário que reforçou a importância de considerar a qualidade da água como fator determinante no consumo animal.

Cabe salientar que o projeto se destaca como uma prática institucional bem-sucedida de ensino técnico, promovendo a integração entre teoria, prática e inovação. A experiência foi validada em eventos científicos e tecnológicos, com participação na Mostra Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação (MECTI) que aconteceu durante a Semana Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCT) em Cuiabá - MT e na Feira Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (FECITI), realizada no município de Rondonópolis - MT.

1. DESENVOLVIMENTO

No cenário da pecuária, a atenção à alimentação do rebanho é frequentemente priorizada como fator-chave para o desempenho do animal, enquanto a gestão da água oferecida aos animais ainda é um aspecto frequentemente negligenciado. No entanto, a água é um nutriente essencial, e sua oferta em quantidade e qualidade adequadas é determinante para a saúde.

Apesar da relevância do tema, ainda há escassez de tecnologias acessíveis e adaptadas à realidade de pequenas e médias propriedades rurais que permitam o controle eficiente desse recurso. A partir da observação desses desafios e da necessidade de soluções que aliem simplicidade, baixo custo e eficácia, surgiu a motivação para o desenvolvimento do sistema Hidrobov, um protótipo voltado ao monitoramento em tempo real da qualidade e da quantidade de água nos bebedouros, com o objetivo de apoiar o pecuarista na tomada de decisões mais assertivas quanto ao manejo hídrico do rebanho.

1.1 Qualidade da água

O consumo de água para bovinos é de suma importância, considerando aspectos como a eficiência da conversão alimentar na produção de carne ou leite, quanto ao conforto na regulação da temperatura corpórea, mas também à eficácia do uso da água na propriedade rural. Deve-se salientar que a preocupação do fornecimento da água ao rebanho deve levar em conta não apenas a quantidade, mas também a qualidade.

Em relação à quantidade de água consumida, Alves Neto (2022) comenta que o consumo diário de água por bovino é em média 10% de seu peso vivo, mas que pode variar entre categorias dos animais e seus níveis de produção: vacas matrizes amamentando têm demanda maior. Em produções de 25 a 30 litros de leite por dia, o consumo diário pode chegar a 100 litros de água. Também pode haver aumento de consumo de água de acordo com o tipo de dieta (tipo de planta forrageira e suplemento mineral) e com o estágio vegetativo da pastagem (mais tenra ou mais seca).

Conforme Rosso (2023), vacas em lactação no sistema a pasto bebem em torno de 64 litros de água por dia, no semiconfinamento, consomem 48 litros e em confinamento, 89 litros. Apresenta esses dados com referência ao programa "Boas Práticas Hídricas" com instalação de hidrôme-

tros para ajudar a medir o consumo de água na produção, o que fornece disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade. Ainda de acordo com esse programa, são resultados positivos para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) porque estimulam a adoção de práticas conservacionistas nas propriedades rurais.

A qualidade da água pode influenciar diretamente a quantidade ingerida pelos bovinos, já que esses animais são sensíveis ao sabor e odor da água. O consumo em quantidade menor da exigência diária tem como consequência a redução do desempenho produtivo (Zanetti *et al.*, 2019). Para animais em pastejo deve-se priorizar a ingestão de água em bebedouros porque este fornecimento de água garante a manutenção da qualidade da água sem a suspensão de partículas de argila ou contaminação da água com fezes dos animais. Comparativamente, quando bovinos têm acesso à água tanto em bebedouros quanto em rios ou lagoas, os animais preferem ingerir água em bebedouros por mais de 90% das vezes.

De acordo com experimento realizado pela médica veterinária Thaís Marcatti (2024), com dois lotes de 150 cabeças, com um lote recebendo água de qualidade elevada e o outro, de qualidade inferior, o resultado foi maior ingestão de alimento para o gado que recebeu a água mais limpa (13 kg de MS cab^{-1} dia^{-1}) e menor consumo de comida para o que ingeriu água de pior qualidade (11,7 kg de MS cab^{-1} dia^{-1}). A diferença de 1,3 kg de MS cab^{-1} dia^{-1} representa cerca de 280 g dia^{-1} de ganho de peso.

Finalmente, Minho e Gaspar (2023) esclarecem que principalmente os bezerros recém-desmamados são sensíveis ao sabor e ao odor da água, e podem não beber água suja ou contaminada. Pode haver um ganho de peso de até 9% maior em bezerros que ingeriram água de boa qualidade, quando comparados a animais que recebiam água de lagoas.

2. PROBLEMÁTICA E DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

A concepção do projeto Hidrobov foi orientada a partir da observação de situações recorrentes no manejo hídrico em propriedades rurais, como falhas no funcionamento de boias dos bebedouros e a ausência de controle preciso sobre o volume de água consumido pelos bovinos. Essas falhas frequentemente resultam em desperdício de água, contaminação e impactos negativos sobre a saúde e o desempenho produtivo dos animais.

Com base nesse diagnóstico, definiu-se como objetivo inicial a criação de um sistema de monitoramento contínuo e automatizado, voltado ao controle do consumo hídrico por cocho. Durante a fase de planejamento, foi estabelecida uma parceria com um médico veterinário, cuja contribuição técnica foi essencial para o aprimoramento do projeto. Por meio desse diálogo interdisciplinar, o escopo do sistema foi ampliado, incorporando não apenas a medição da vazão, mas também parâmetros qualitativos da água, como turbidez e temperatura, que influenciam diretamente na aceitação pelos animais.

Pesquisas complementares foram realizadas para embasar o projeto, incluindo levantamento de dados sobre o consumo médio de água por bovinos em diferentes faixas etárias e produtivas, além da revisão das boas práticas de manejo hídrico em sistemas de produção animal. A escolha dos sensores e da arquitetura tecnológica foi orientada pela viabilidade de implementação em ambiente rural, considerando fatores como custo, robustez e facilidade de manutenção.

A literatura reforça a relevância da água como fator essencial para a saúde animal e o bom desempenho zootécnico. Segundo Lopes *et al.* (2013, p. 7), "a água é um nutriente essencial cuja qualidade e disponibilidade afetam diretamente o consumo voluntário e, por consequência, o desempenho produtivo dos animais". Tal constatação validou a necessidade de incorporar recursos tecnológicos que viabilizassem a análise em tempo real da água ofertada ao rebanho.

2.1 Desenvolvimento do Hidrobov

O Hidrobov foi desenvolvido com base na plataforma de prototipação Arduino, utilizando-se também de uma placa ESP-01, um microcontrolador com conectividade Wi-Fi integrada, que possibilita que dados possam ser enviados em tempo real para centrais de monitoramento. O sistema foi projetado para operar de forma autônoma e robusta, considerando as exigências do ambiente rural. Conforme destacam Faria *et al.* (2021, p. 56), a integração entre sensores e microcontroladores com conectividade, como a ESP-01, "amplia o potencial de sistemas embarcados no campo, permitindo o monitoramento remoto em tempo real, essencial para ambientes com acesso limitado à infraestrutura tecnológica".

A construção física do protótipo foi realizada no Laboratório de Robótica Educacional da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, utilizando-se de impressora 3D e uma CNC (Controle Numérico Computadorizado) router. A CNC router foi utilizada para reproduzir um objeto que pudesse simular um bebedouro, a impressora 3D foi empregada para criar uma carcaça resistente, personalizável e projetada para abrigar os sensores e, como consequência, proteger os componentes eletrônicos de fatores ambientais como poeira, umidade e impacto. Dessa forma, permitiu-se que a estrutura fosse pensada com design modular, possibilitando fácil acesso aos sensores e facilitando manutenções, substituições ou futuras atualizações.

A arquitetura do sistema foi contemplada com uma gama de sensores, que em conjunto garantiram as funcionalidades objetivadas, e para isso os seguintes sensores foram utilizados:

- **Sensor de turbidez:** responsável por medir a transparência da água, permitindo identificar níveis de sujeira que podem desestimular o consumo;
- **Sensor de temperatura:** registra a temperatura da água, que, quando elevada, pode reduzir o consumo pelos animais, especialmente em períodos mais quentes;
- **Sensor de fluxo (vazão):** calcula a quantidade de água que passou pelo bebedouro, permitindo o acompanhamento do consumo diário e a identificação de padrões incomuns, como vazamentos.

As estruturas projetadas, e os sensores interconectados são apresentados na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Estrutura do Hidrobov com os sensores interconectados

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Apresentação dos dados capturados pelos sensores

Os dados capturados pelos sensores são fundamentais para a tomada de decisões no manejo hídrico. Por esse motivo, o sistema foi projetado para que as informações coletadas pudessem ser visualizadas por meio de um dashboard customizável, acessível via conexão com a internet. Além da visualização em tempo real, os dados também são armazenados localmente em um cartão de memória microSD, no formato de texto (.txt), o que possibilita sua leitura por qualquer software de edição de texto. Essa redundância garante que nenhuma informação seja perdida em caso de falha na conexão, permitindo a recuperação dos dados diretamente do cartão de memória.

Simultaneamente, os dados são transmitidos via Wi-Fi para um painel de controle (dashboard), acessível por dispositivos móveis ou computadores. O dashboard, que funciona como principal interface de consulta para o pecuarista, foi projetado para exibir as seguintes informações:

- Consumo diário e instantâneo (em litros);
- Temperatura da água;
- Nível de turbidez (água limpa/suja);
- Média de consumo por animal;
- Histórico de consumo total por cocho.

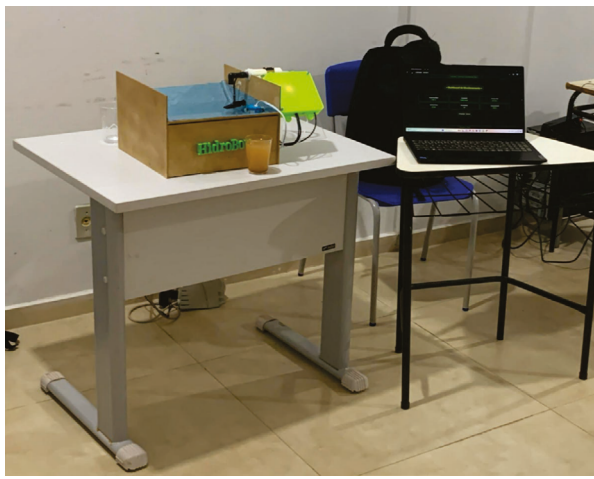
A interface do sistema foi desenvolvida com foco na usabilidade, utilizando elementos visuais intuitivos para facilitar a leitura e a interpretação dos dados, mesmo por usuários sem conhecimentos técnicos em informática. Além disso, o painel conta com alertas visuais que identificam situações anormais, como consumo excessivo (vazamentos) ou queda abrupta no volume consumido (possível rejeição da água).

De acordo com Ferreira e Silva (2021, p. 61), dashboards são ferramentas essenciais para a análise de dados em ambientes digitais, pois "transformam grandes volumes de informações em representações visuais de fácil interpretação, contribuindo para decisões mais ágeis e fundamentadas".

O protótipo foi testado em ambiente simulado com variações controladas nos parâmetros de qualidade da água, demonstrando sua eficácia na coleta de dados e na geração de alertas. A Figura 2, apresentada

a seguir, ilustra o dispositivo completo após a finalização da montagem, com o dashboard em funcionamento.

Figura 2 - Protótipo do Hidrobov finalizado, com sensores acoplados à estrutura impressa em 3D, e o dashboard



Fonte: Elaborado pelos autores.

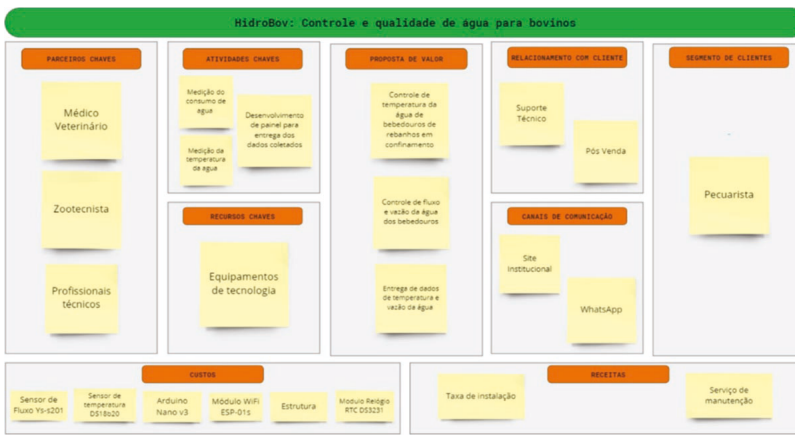
3. METODOLOGIA

A concepção e a construção do projeto Hidrobov foram realizadas no Laboratório de Robótica Educacional da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, a partir de uma proposta originada durante as aulas do curso técnico em Desenvolvimento de Sistemas. A metodologia adotada foi de natureza aplicada, exploratória e iterativa, com enfoque interdisciplinar e prática, incorporando elementos da engenharia de software, automação e conhecimentos advindos da ciência animal.

O processo metodológico foi dividido nas seguintes etapas: (1) identificação do problema, (2) levantamento de requisitos, (3) prototipagem e desenvolvimento do sistema, (4) testes em ambiente simulado e (5) validação da solução. Para melhor compreensão da solução a ser desenvolvida, foi utilizada a ferramenta Business Model Canvas, com o objetivo de estruturar e viabilizar o projeto de forma visual e simplificada,

conforme apresentado na Figura 3 a seguir. Essa metodologia permite a representação de modelos de negócios de forma dinâmica, promovendo a clareza sobre os principais elementos envolvidos na geração de valor, como segmentos de clientes, proposta de valor, canais, fontes de receita e recursos-chave (Osterwalder; Pigneur, 2010).

Figura 3 - Business Model Canvas do projeto Hidrobov



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na fase inicial, foi realizado um diagnóstico técnico baseado em observações de campo e revisão de literatura sobre práticas de manejo hídrico na pecuária, com foco em falhas recorrentes como boias danificadas, vazamentos e ausência de controle da qualidade da água. A partir desse diagnóstico, delineou-se o escopo funcional do projeto, inicialmente voltado à medição da vazão de água em bebedouros bovinos. Com o apoio técnico de um médico veterinário parceiro, o escopo foi ampliado para incluir o monitoramento da turbidez e da temperatura da água, parâmetros que influenciam diretamente a aceitação e o consumo hídrico pelos animais. Nessa fase foram realizadas a identificação do problema (1) e o levantamento dos requisitos (2).

A etapa de prototipagem e desenvolvimento (3) envolveu a criação de um produto funcional utilizando a plataforma Arduino, com a integração da placa ESP-01, além da utilização de sensores específicos para medição de vazão, turbidez e temperatura, conectados ao microcontrolador.

A estrutura física foi projetada e fabricada com ouso de router CNC e de uma impressora 3D. O software foi desenvolvido em linguagem C/C++, utilizando bibliotecas compatíveis com os sensores e módulos de rede, garantindo comunicação eficiente e estável entre os componentes. Para a criação do dashboard, foi empregada a linguagem HTML e as folhas de estilo CSS, que permitiram a estilização do painel de visualização dos dados.

Os testes em ambiente simulado (4) foram realizados a partir do controle de variáveis como volume de água, turbidez e temperatura, a fim de avaliar a precisão dos sensores, a estabilidade da transmissão de dados via Wi-Fi e a usabilidade do dashboard. A validação do protótipo contou ainda com o *feedback* de profissionais da área de zootecnia e veterinária, obtido durante apresentação para comunidade escolar, em feiras científicas e eventos técnicos, permitindo a validação da solução (5) e o aprimoramento da solução com base em críticas e sugestões de especialistas.

Essa abordagem metodológica encontra respaldo em práticas pedagógicas baseadas em projetos, que promovem o protagonismo estudantil por meio da resolução de problemas reais (Moran, 2015). Além disso, o uso de prototipagem rápida com Arduino e impressão 3D como estratégia de aprendizagem prática e integrada tem sido amplamente adotado no ensino técnico como forma de aproximar o aluno da realidade profissional (Trevisan *et al.*, 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto Hidrobov apresentou resultados satisfatórios durante os testes realizados em ambiente controlado. A integração dos sensores de vazão, turbidez e temperatura demonstrou eficiência na coleta e organização dos dados, permitindo o monitoramento preciso do consumo de água por cocho, bem como da qualidade da água oferecida ao rebanho.

Em situações simuladas com água turva e temperaturas acima da média ideal, o sistema foi capaz de registrar queda no consumo, validando a hipótese de que a má qualidade interfere diretamente na aceitação hídrica pelos bovinos. Da mesma forma, quando o fluxo de água se manteve ativo por longos períodos, simulando um vazamento, o sistema identificou o consumo anormal, emitindo um alerta visual no painel de controle.

Além disso, o armazenamento dos dados em cartão de memória microSD permitiu a criação de um histórico que pode ser utilizado para comparações, identificação de padrões e melhoria das práticas de manejo. O dashboard desenvolvido apresentou usabilidade satisfatória, com informações claras e organizadas, o que facilita a interpretação pelo usuário, mesmo sem conhecimentos técnicos avançados.

A participação do projeto em eventos como a Mostra Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação (MECTI) e a Feira Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (FECITI) proporcionou aos autores a oportunidade de interagir diretamente com a comunidade acadêmica, profissionais do setor agropecuário e empreendedores da área. Os *feedbacks* recebidos durante essas exposições reforçaram a relevância, o caráter de inovação e o potencial de aplicabilidade do sistema desenvolvido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto Hidrobov demonstrou que é possível aplicar tecnologias acessíveis na criação de soluções eficientes para o setor pecuário. O projeto atingiu seus objetivos ao possibilitar o monitoramento contínuo do consumo e da qualidade da água.

Além de seu potencial técnico, o projeto evidencia o papel estratégico das Escolas Técnicas na formação de profissionais preparados para os desafios da era digital. A proposta surgiu em sala de aula, foi incubada no ambiente do laboratório de Robótica Educacional e contou com a mediação de saberes entre alunos, professores e profissionais da área, promovendo uma aprendizagem prática, colaborativa e voltada à inovação.

Como ferramenta pedagógica, o Hidrobov representa um exemplo concreto de integração entre conhecimento técnico e demandas do mundo real. A experiência proporcionada aos alunos vai além do domínio de linguagens de programação ou circuitos eletrônicos: ela desenvolve competências essenciais do século XXI, como resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe.

Nesse contexto, reforça-se a importância das Escolas Técnicas e Instituições de Ensino Superior como catalisadoras da transformação digi-

tal no Brasil, conectando o saber científico-tecnológico às necessidades sociais e produtivas. Projetos como o Hidrobov apontam caminhos promissores para a formação de cidadãos capazes de criar soluções inovadoras e sustentáveis, contribuindo ativamente para o avanço da agropecuária e de outros setores estratégicos da economia nacional.

REFERÊNCIAS

ALVES NETO, José Luiz. Qual o consumo diário de água por bovino? Uma vaca bebe menos que um boi? **Canal Rural, 2025**. Disponível em: https://girodoboi.canalrural.com.br/pecuaria/qual-o-consumo-diario-de-agua-por-bovino-uma-vaca-bebe-menos-que-um-boi. Acesso em: 10 abr. 2025.

ANDRADE, R. M.; TEIXEIRA, V. C. **Robótica educacional com Arduino:** introdução à automação e programação. São Paulo: Érica, 2021.

FARIA, J. P.; SOUZA, T. C.; ALMEIDA, L. M. Aplicações de Internet das Coisas (IoT) na agricultura de precisão: uma abordagem com Arduino e ESP-01. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica**, v. 10, n. 2, p. 55-68, 2021.

FERREIRA, A. R.; SILVA, M. J. Painéis interativos como ferramentas para análise de dados em tempo real. **Revista Brasileira de Tecnologias Aplicadas**, v. 10, n. 2, p. 56-68, 2021.

LOPES, F. C. F.; OLIVEIRA, L. M. Água, o nutriente essencial para vacas em lactação. **Veterinária Notícias**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 1-9, 2013.

MARCATTI, Thais. Qualidade da água impacta saúde e produtividade do rebanho. **Pasto Extraordinário, 2025**. Disponível em: https://www.pastoextraordinario.com.br/impactos-da-qualidade-da-agua-na-saude-e-produtividade-do-rebanho.html#:~:text=Qualidade%20da%20%C3%A1gua%20impacta%20diretamente,e%20vai%20ganhar%20menos%20peso. Acesso em: 10 abr. 2025.

MINHO, Alessandro Pelegrini; GASPAR, Emanuelle Baldo. Água na pecuária: requerimento animal e gerenciamento das fontes. **EMBRAPA, 2025**. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1152766/agua-na-pecuaria-requerimento-animal-e-gerenciamento-das-fontes. Acesso em: 10 abr. 2025.

MONK, S. **Programação com Arduino:** começando com sketches. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos:** novos desafios e como chegar lá. Campinas: Papirus Editora, 2015.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation:** inovação em modelos de negócios. Rio de Janeiro: Alta Books, 2010.

ROSSO, Gisele. Estudo aponta valores de referência para consumo de água em propriedades leiteiras. **EMBRAPA, 2025**. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/79161397/estudo-aponta-valores-de-referencia-para-consumo-de-agua-em-propriedades-leiteiras. Acesso em: 10 abr. 2025.

TREVISAN, A. L. *et al.* A prototipagem rápida como estratégia pedagógica no ensino técnico: uma experiência com Arduino e impressora 3D. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 2018.

ZANETTI, Diego. Predição do consumo de água para bovinos de corte. **EMBRAPA, 2023**. Disponível em: http://dx.doi.org/10.26626/978-85-8179-192-0.2023.C014.p.347-360. Acesso em: 10 abr. 2025.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E AGRICULTURA 4.0: APLICAÇÕES, DESAFIOS DE CONECTIVIDADE E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

Mauro Periquito Camilher Filho
Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel)
mauroperiquito@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/2684167745279372
Daniel Mazzer
Next Devices Ltda.
daniel@nextdevices.com.br - http://lattes.cnpq.br/4232146281745201

Resumo: A integração da Inteligência Artificial (IA) na agricultura tem o potencial de revolucionar os processos produtivos no campo, impulsionando o setor para a Agricultura 4.0. Este artigo explora a aplicação da IA na análise de dados e modelagem computacional no agronegócio, avaliando como essas tecnologias podem aprimorar o monitoramento de plantações, a agricultura de precisão e a previsão de produtividade. O estudo destaca a importância da Internet das Coisas (IoT) nesse cenário, mas ressalta que a falta de conectividade nas áreas rurais brasileiras é o principal obstáculo para a adoção massiva da IA. Considerando que apenas cerca de 48,1% das propriedades rurais no Brasil têm acesso a redes celulares 4G/5G, os desafios estruturais e culturais são consideráveis. É complexo liberar o potencial transformador da IA para aumentar a produtividade e a sustentabilidade quando há uma dependência tão grande de investimentos em conectividade, capacitação técnica dos profissionais do setor e políticas públicas eficazes.
Palavras-chave: Agricultura digital. Inteligência Artificial. Internet das Coisas. Conectividade rural. Barreiras tecnológicas.

Abstract: *The integration of Artificial Intelligence (AI) in agriculture has the potential to revolutionize production processes in the field, propelling the sector towards Agriculture 4.0. This article explores the application of AI in data analysis and computational modeling in agribusiness, evaluating how these technologies can improve crop monitoring, precision agriculture, and yield forecasting. The study highlights the importance of the Internet of Things (IoT) in this scenario, but emphasizes that the lack of connectivity in rural areas in Brazil is the main obstacle to the massive adoption of AI. Considering that only about 48.1% of rural properties in Brazil have access to 4G/5G cellular networks, the structural and cultural challenges are considerable. It is complex to unleash the transformative potential of AI to increase productivity and sustainability when there is such a high dependence on investments in connectivity, technical training of professionals in the sector, and effective public policies.*
Keywords: *Digital agriculture. Artificial intelligence. Internet of things; Rural connectivity; Technological barriers.*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-20

INTRODUÇÃO

A Agricultura 4.0, como é comumente chamada a quarta revolução agrícola, tem o potencial de realizar uma transformação profunda na maneira como produzimos alimentos. Se na primeira revolução agrícola a domesticação de plantas e animais há milhares de anos foi o grande marco, a segunda ficou marcada pela mecanização mais próxima da atualidade no século XVIII, e na terceira passamos pela Revolução Verde, com os seus avanços em genética e agroquímicos há algumas décadas no século XX. Atualmente, na quarta revolução, a convergência digital traz para o agro tecnologias como Internet das Coisas (IoT), sensores, drones e, principalmente, Inteligência Artificial (IA), que já vinham se desenvolvendo em outros setores econômicos.

Uma revolução como esta não surge por acaso. O Brasil, até a década de 1970, não tinha a capacidade de produção para alimentar a própria população, apesar do seu vasto território rico em biodiversidade, características incomuns na maioria dos países. Causa alguma surpresa ao comparar com os dias de hoje, ao sabermos que naquele tempo éramos grandes importadores de itens básicos como arroz, feijão, milho e trigo.

Cabe salientar que esse cenário começou a mudar drasticamente quando a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) foi fundada em 1973. Aí podemos dizer que começou a jornada de transformação da agricultura brasileira. Ao longo das últimas décadas, a Embrapa fomentou iniciativas para desenvolver tecnologias agrícolas que adaptaram culturas a diferentes regiões do país e aumentaram a produtividade das lavouras e rebanhos. Um exemplo disso é a correção do solo ácido do Cerrado.

Foi a Ciência Agrícola que nos trouxe até aqui - dos laboratórios da Embrapa saíram as soluções para adaptar a soja ao Cerrado, ampliar as áreas cultiváveis e cultivadas, e mudar o papel o Brasil no agronegócio global: de importador a um dos maiores exportadores de alimentos do mundo. Se foram as inovações em fitotecnia, solos e genética que revolucionaram a nossa capacidade produtiva no passado e trouxeram o agro brasileiro a esse patamar de protagonismo global, será a tecnologia da informação que nos levará a um novo ciclo de eficiência e sustentabilidade agrícola.

No Brasil, país onde o agronegócio representa cerca de 27% do PIB nacional, a adoção dessas inovações é de suma importância para manter a competitividade global e enfrentar desafios como segurança alimentar, mudanças climáticas e demanda por sustentabilidade. Contudo, há um verdadeiro greenfield diante e muito que se fazer: a maturidade digital do setor, avaliada em 3,1 em uma escala de 6, segundo o Índice de Transformação Digital Brasil (ITDBr), revela a existência de lacunas críticas que precisam ser superadas.

A inteligência artificial tem gradualmente assumido um papel central na análise de grandes volumes de dados agrícolas, permitindo modelagem computacional avançada e tomada de decisão baseada em evidências. Exemplos de aplicações vão desde o monitoramento em tempo real de culturas até a automação de máquinas e equipamentos, passando pela otimização do uso de insumos e previsão de safras. Esses processos frequentemente ocorrem em centros decisores, em vez de diretamente no campo. No entanto, essa revolução tecnológica enfrenta um obstáculo fundamental: a limitada conectividade no campo brasileiro.

A conectividade funciona como um alicerce sobre o qual as tecnologias da Agricultura 4.0 se desenvolvem, especialmente aquelas dependentes de IA e IoT. Para que os algoritmos de IA possam fazer as análises mais efetivas, coletar, transmitir, tratar e armazenar dados são tarefas imperativas. Num cenário em que apenas 48,1% das propriedades rurais brasileiras dispõem de sinal 4G ou 5G, contando ainda com uma distribuição desigual pelo território nacional, a implementação dessas tecnologias fica comprometida, criando um fosso digital entre diferentes regiões e escalas de produção.

Considerando todo esse contexto, este artigo tem como objetivo analisar as aplicações da IA na análise de dados e modelagem computacional na Agricultura 4.0, com ênfase no papel da IoT e nos desafios de conectividade enfrentados pelo Brasil. O estudo busca responder às seguintes questões:

- Quais são as principais aplicações da IA na agricultura brasileira?
- Como a falta de conectividade limita o potencial dessas tecnologias?
- Quais estratégias podem ser adotadas para superar esses desafios?

A importância deste estudo baseia-se na necessidade de compreender não apenas o potencial transformador da inteligência artificial na agricultura, mas também os obstáculos estruturais e culturais que devem ser superados para que essa transformação ocorra de maneira inclusiva e sustentável no contexto brasileiro.

Inicialmente, apresentamos a fundamentação teórica sobre Agricultura 4.0, Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT). Em seguida, analisamos as aplicações da IA em análise de dados e modelagem computacional no setor agrícola.

Na sequência, discutimos os desafios de conectividade e suas implicações para a implementação de tecnologias digitais no campo. Por fim, exploramos possíveis estratégias para superar esses obstáculos e as perspectivas futuras para a agricultura digital no Brasil.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Conceitos de Agricultura 4.0, IA e IoT

A Agricultura 4.0, também conhecida como agricultura digital ou agricultura inteligente, representa uma evolução dos modelos produtivos agrícolas através da incorporação de tecnologias digitais avançadas. Esse conceito é uma extensão do termo Indústria 4.0 para o setor agrícola, caracterizando-se pela integração de sistemas ciberfísicos, análise de dados em larga escala e automação inteligente (Embrapa, 2020).

A Inteligência Artificial (IA), pilar central desta revolução, pode ser definida como a capacidade de máquinas e sistemas computacionais de simular processos cognitivos humanos, como aprendizado, raciocínio e tomada de decisões. Na agricultura, a IA é usada principalmente através de algoritmos de *machine learning, deep learning* e redes neurais, que processam e analisam dados para gerar insights e previsões (Embrapa, 2024).

Já a Internet das Coisas (IoT) refere-se à rede de dispositivos físicos equipados com sensores, software e conectividade, que permite a coleta e troca de dados. Na agricultura, a IoT materializa-se em sen-

sores de solo, estações meteorológicas conectadas, maquinário agrícola com telemetria e diversos outros dispositivos que captam informações do ambiente produtivo e as transmitem para sistemas centralizados de análise (PWC, 2024).

1.2 Panorama da adoção de IA no campo

Internacionalmente, países como Estados Unidos, Israel, Holanda e China são os líderes na implementação de IA na agricultura, impulsionados por ecossistemas de inovação consolidados, políticas públicas de incentivo e uma infraestrutura de conectividade avançada e abrangente quando se fala dos territórios nacionais dos respectivos países.

No Brasil, a adoção é marcada por desigualdades regionais e entre diferentes perfis de produtores, com maior concentração em grandes propriedades e complexos agroindustriais (Embrapa, 2020).

1.3 Principais aplicações da IA na agricultura

- **Monitoramento em tempo real**

A IA processa dados de sensores, estações meteorológicas, máquinas agrícolas, drones e satélites para monitorar a saúde do solo e das plantas, identificando pragas, doenças e deficiências nutricionais antes que se tornem um problema maior ou sejam visíveis a olho nu. Algoritmos de *deep learning* e redes neurais convolucionais (CNNs) permitem o processamento avançado de imagens, viabilizando mapeamento detalhado de áreas cultivadas, contagem automática de plantas e detecção de anomalias com precisão superior a 90% em alguns casos (Embrapa, 2020; Totvs, 2024).

- **Agricultura de precisão**

Algoritmos analisam dados ambientais e operacionais para recomendar o uso exato de insumos (água, fertilizantes, defensivos), reduzindo desperdícios, gastos desnecessários e impactos ambientais. Sistemas de IA integrados a sensores de solo e imagens multiespectrais permitem a aplicação variável de fertilizantes e defensivos, com reduções de até 90% no uso de pesticidas e incrementos de produtividade de até 10 sacas por hectare em culturas como soja e milho (Uol Economia, 2024).

- **Previsão de safras e riscos**

Modelos preditivos baseados em IA integram dados históricos e em tempo real para prever produtividade, riscos climáticos e oscilações de mercado. Na cultura do café, muito sensível às variações climáticas, ferramentas como o *Coffee Yield Prediction* utilizam redes LSTM (*Long Short-Term Memory*) para antever produtividade com margem de erro de 5%, auxiliando na negociação de contratos futuros e planejamento logístico (Futuro no Agro, 2024).

- **Automação de máquinas**

Tratores, colheitadeiras e pulverizadores autônomos, guiados por IA, aumentam a precisão das operações e reduzem custos com mão de obra. Algoritmos de visão computacional e aprendizado por reforço permitem que esses equipamentos identifiquem a topografia real do ambiente, obstáculos como buracos, pedras e troncos de árvores, otimizem rotas e realizem operações específicas, como pulverização seletiva de plantas daninhas (Climate Fieldview, 2024).

- **Aceleração de descobertas científicas**

Não há dúvidas de que a IA está acelerando o ciclo de inovação no agronegócio, especialmente na descoberta de novos métodos de proteção de cultivos e adaptação às mudanças climáticas. Plataformas de *deep learning* reduzem o tempo de desenvolvimento de novos defensivos de 13 para cerca de 6 anos, analisando rapidamente bancos de dados genéticos e químicos para identificar compostos promissores (Fast Company Brasil, 2024).

- **Maturidade digital e uso de dados estruturados no Brasil**

O uso de dados estruturados na agricultura brasileira, embora crescente, ainda enfrenta desafios significativos. O "Big Data Agrícola", proveniente de sensores, drones, satélites e estações meteorológicas, permite análise preditiva, gestão de insumos e rastreabilidade de produção, com impacto direto na produtividade e sustentabilidade (Climate Fieldview, 2024).

Plataformas digitais como *Climate FieldView, Solinftec* e diversas startups integram dados de múltiplas fontes, fornecendo relatórios e insights para tomada de decisão no campo. No entanto, a fragmentação de sistemas, a falta de padronização na coleta e armazenamento de dados e

a limitada interoperabilidade entre plataformas constituem barreiras à plena exploração do potencial da IA (Digital Agro, 2024).

Segundo a Embrapa, a IA pode aumentar a produtividade agrícola em até 67% e reduzir perdas pós-colheita em até 30%, mas esses benefícios dependem criticamente da disponibilidade e qualidade dos dados, bem como da infraestrutura para sua transmissão e processamento (Softex, 2024).

2. DESAFIOS E BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA IA NA AGRICULTURA

2.4 Desafios de conectividade rural

A conectividade no campo representa o alicerce fundamental para a implementação de tecnologias digitais avançadas, especialmente aquelas baseadas em IA e IoT. Segundo dados recentes do IBGE, 81% das propriedades rurais brasileiras tinham acesso à internet em 2023, o que representa um avanço significativo em relação a anos anteriores (Compre Rural, 2023).

No entanto, esse número mascara importantes limitações qualitativas. Apenas 48,1% dos imóveis rurais contam com sinal 4G ou 5G, tecnologias essenciais para a transmissão eficiente de grandes volumes de dados gerados por sensores e equipamentos conectados (Teletime, 2025). A cobertura dessas tecnologias ainda se concentra principalmente nas regiões Sul e Sudeste, deixando importantes fronteiras agrícolas, como o Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), com cobertura 4G inferior a 12% da área cultivável (Valor Globo, 2024).

Essa distribuição desigual da infraestrutura de conectividade cria um ciclo de exclusão digital: regiões menos conectadas atraem menos investimentos em tecnologias avançadas, o que por sua vez reduz sua competitividade e capacidade de atrair novas infraestruturas. O problema é particularmente agudo em áreas remotas e para pequenos produtores, que enfrentam maiores dificuldades em acessar e custear soluções alternativas de conectividade (Jornal USP, 2024).

A falta de conectividade afeta diretamente:

- **Coleta e transmissão de dados:** sensores e equipamentos IoT não conseguem enviar dados em tempo real, comprometendo análises e tomadas de decisão imediatas pelos centros decisores que muitas vezes estão distantes das culturas no campo.
- **Operação de máquinas conectadas:** tratores e implementos autônomos ou semiautônomos dependem de comunicação constante para funcionar com segurança e eficiência e entregar todas as funcionalidades que têm embarcadas.
- **Acesso a plataformas e serviços em nuvem:** sistemas de IA que processam dados na nuvem ficam inacessíveis sem conectividade adequada e, nesse caso, a dependência é direta dos serviços em *cloud*.
- **Assistência técnica remota:** suporte especializado e atualizações de sistemas ficam comprometidos em áreas mal conectadas. Máquinas paradas por mais tempo comprometem a eficiência das operações.

Estudos da Esalq/USP estimam que a falta de conectividade adequada pode gerar perdas de até R$ 100 bilhões para o agronegócio brasileiro ao limitar o aproveitamento das tecnologias digitais e da IA (Jacto, 2024).

Essa situação lembra os desafios enfrentados pela Embrapa nos anos 1970, quando a instituição precisou desenvolver tecnologias específicas para superar as limitações naturais do território brasileiro. Da mesma forma que a correção do solo do Cerrado demandou pesquisas dedicadas e adaptadas à nossa realidade, as soluções de conectividade rural também exigirão inovações específicas para o contexto brasileiro, levando em conta nossas dimensões continentais e diversidade de biomas.

2.5 Barreiras culturais

Além dos desafios estruturais, a implementação da IA na agricultura brasileira enfrenta importantes barreiras culturais:

- **Medo da substituição de empregos:** existe um temor generalizado de que a adoção de tecnologias, automação e a IA possam eliminar postos de trabalho rurais, gerando resistência à adoção dessas tecnologias (Zendesk, 2024).

- **Falta de confiança e compreensão:** há desconfiança quanto à eficácia e à confiabilidade dos sistemas de IA, especialmente quando envolvem decisões críticas para a produção. Muitos produtores não compreendem plenamente o funcionamento e o potencial da IA, o que dificulta sua aceitação (Assespro, 2024).
- **Receio de mudanças e apego a métodos tradicionais:** a tradição agrícola e o sucesso de práticas já consolidadas levam muitos produtores a relutarem em adotar novas tecnologias, preferindo manter processos conhecidos e testados ao longo do tempo (Jacto, 2024).
- **Baixo nível de capacitação e habilidades técnicas:** a implementação da IA exige conhecimentos técnicos que muitos agricultores ainda não possuem, tornando necessário investir em treinamento e capacitação (Embrapa, 2022).

Essas barreiras culturais são particularmente relevantes no contexto brasileiro, no qual coexistem múltiplos modelos de agricultura, desde a familiar e tradicional até a empresarial e que já possuem algum nível de adoção tecnológica. A superação desses obstáculos requer não apenas avanços tecnológicos, mas também estratégias de educação, demonstração de resultados e construção de confiança nos diversos perfis de produtores.

2.6 Outros desafios

Além da conectividade e das barreiras culturais, outros desafios significativos incluem:

- **Custo de implementação:** o investimento inicial para adoção de IA é elevado, incluindo aquisição de equipamentos, softwares, treinamento de pessoal e adaptação da infraestrutura existente. Esse custo é particularmente proibitivo para pequenos e médios produtores (Revistaft, 2024).
- **Qualidade, estrutura e segurança dos dados:** a eficácia das soluções de IA depende da disponibilidade de dados agrícolas precisos, estruturados e em tempo real. Há desafios relacionados à coleta, padronização e integração desses dados, além de preocupações com a privacidade e segurança das informações (Horizonte AI, 2024).

- **Limitações tecnológicas:** existem restrições quanto à precisão dos algoritmos, capacidade de processamento e integração entre diferentes sistemas e plataformas tecnológicas. A automação e o uso de IA ainda não são plenamente adaptados para todos os tipos de culturas e realidades regionais (Terra Magna, 2024).
- **Impacto social e desigualdade tecnológica:** há preocupações sobre o potencial impacto da automação na redução de postos de trabalho rurais e sobre o risco de concentração de tecnologia e renda, aumentando a desigualdade entre grandes e pequenos produtores (Exame, 2024).

Nesse contexto, esses desafios tão diferentes exigem abordagens integradas que considerem aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e educacionais, envolvendo múltiplos atores do ecossistema de inovação agrícola.

3. O PAPEL DA IoT NA AGRICULTURA 4.0

3.1 Estrutura de Sistemas IoT aplicados ao campo

A Internet das Coisas (IoT) constitui a infraestrutura física que viabiliza a coleta de dados para análise por sistemas de IA na agricultura. Esses sistemas operam através de uma arquitetura hierárquica composta por quatro camadas principais:

- **Camada de sensores:** constitui a base do sistema, onde dispositivos como sensores de umidade do solo, estações meteorológicas, rastreadores GPS em máquinas agrícolas, sensores de pH, câmeras multiespectrais em drones e coleiras inteligentes para monitoramento animal coletam dados do ambiente e das operações agrícolas (UTFPR, 2024).
- **Camada de comunicação:** responsável pelo transporte dos dados coletados até os centros de processamento, utilizando protocolos de comunicação como LoRaWAN, Zigbee, NB-IoT e outras redes celulares. Essa camada é particularmente sensível às limitações de conectividade rural (UTFPR, 2024).
- **Camada de nuvem:** realiza o armazenamento, processamento e análise dos dados usando algoritmos de IA. É nesta camada que ocorre

a transformação de dados brutos em informações úteis para tomada de decisão (Valor Globo, 2024).

- **Camada de aplicação:** representa a interface com o usuário final, normalmente através de dashboards, aplicativos móveis ou sistemas de gestão integrada, onde são visualizados insights e recomendações gerados pelos sistemas de IA (UTFPR, 2024).

Essa estrutura permite o desenvolvimento de soluções como irrigação inteligente, manejo integrado de pragas, agricultura de precisão e monitoramento da saúde animal, todas dependentes da sinergia entre IoT e IA.

3.2 Integração entre IA e IoT na agricultura

A integração entre IA e IoT cria um ciclo virtuoso de geração de valor na agricultura. Os dispositivos IoT fornecem os dados que alimentam os algoritmos de IA, que por sua vez geram insights que podem automatizar e otimizar o funcionamento dos próprios dispositivos IoT. Exemplos dessa integração incluem:

- **Irrigação de precisão:** sensores de umidade do solo transmitem dados que são processados por algoritmos de IA, os quais determinam o momento e a quantidade exata de água necessária para cada setor da lavoura, acionando automaticamente sistemas de irrigação. No semiárido brasileiro, fazendas que adotaram esse sistema conseguiram reduzir o consumo de água em até 40% (Embrapa, 2024).
- **Detecção precoce de doenças:** câmeras multiespectrais em drones capturam imagens das culturas, que são analisadas por redes neurais capazes de identificar sinais de infecções fúngicas ou virais antes que se tornem visíveis a olho nu. Na cultura da soja, esse sistema tem alcançado taxas de detecção precoce superiores a 90% para a ferrugem asiática, permitindo intervenções localizadas e redução no uso de fungicidas (Scielo, 2024).
- **Máquinas autônomas:** tratores equipados com sensores LiDAR, câmeras e GPS coletam dados em tempo real sobre terreno e culturas, enquanto algoritmos de IA processam essas informações para orientar deslocamento, velocidade e operações específicas, como pulverização

ou plantio. Essas máquinas podem operar 24 horas por dia com mínima intervenção humana, aumentando a eficiência operacional (Climate Fieldview, 2024).

- **Previsão de desempenho:** a combinação de dados históricos de produtividade, informações meteorológicas em tempo real e imagens de satélite alimenta modelos preditivos que estimam produtividade e identificam áreas problemáticas. O programa *Coffee Yield Prediction* tem alcançado precisão superior a 95% na estimativa de produtividade para café, com antecedência de até três meses da colheita (Embrapa, 2024).

3.3 Limitações impostas pela falta de conectividade

A eficácia da integração entre IA e IoT é diretamente proporcional à qualidade e confiabilidade da conectividade disponível. Em áreas rurais brasileiras com cobertura limitada, diversas funcionalidades ficam comprometidas:

- **Latência na transmissão de dados:** em regiões com baixa qualidade de sinal, o tempo entre a coleta do dado e sua análise aumenta significativamente, inviabilizando aplicações que exigem resposta em tempo real, como controle de maquinário autônomo e alertas de emergência (Jacto, 2024).
- **Redução na frequência de amostragem:** para economizar banda e energia, sistemas IoT em áreas mal conectadas são frequentemente configurados para transmitir dados em intervalos mais longos, reduzindo a granularidade temporal das análises e comprometendo a detecção precoce de eventos críticos (Climate Fieldview, 2024).
- **Limitação no volume de dados:** imagens de alta resolução, vídeos e grandes conjuntos de dados de sensores frequentemente não podem ser transmitidos em áreas com conectividade limitada, forçando o uso de informações reduzidas ou comprimidas, o que impacta a precisão dos algoritmos de IA (Distrito, 2024).
- **Impossibilidade de atualizações remotas:** dispositivos IoT e sistemas de IA frequentemente necessitam de atualizações de software para corrigir falhas ou incorporar melhorias. Em áreas mal conectadas, essas atualizações tornam-se difíceis ou impossíveis, deixando os sistemas vulneráveis ou desatualizados (Tarvos, 2024).

- **Fragmentação do ecossistema digital:** a falta de conectividade homogênea cria "ilhas digitais" onde certas tecnologias funcionam apenas parcialmente ou de forma isolada, impedindo a integração completa da cadeia produtiva e reduzindo o potencial transformador da IA e IoT (Jornal USP, 2024).

Essas limitações não apenas reduzem a eficiência das tecnologias já implementadas, mas também desencorajam novos investimentos em digitalização, criando um ciclo vicioso que amplia o fosso digital entre diferentes regiões produtivas.

4. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório e descritivo, baseada em revisão bibliográfica sistemática e análise documental. A metodologia foi estruturada em três etapas principais:

4.1 Levantamento bibliográfico

Realizou-se uma busca sistemática em bases de dados científicas (Scielo, Google Scholar, Portal de Periódicos Capes), repositórios institucionais (Embrapa, universidades) e publicações técnicas especializadas em agronegócio e tecnologia. Foram utilizados como descritores de busca os termos: "inteligência artificial agricultura", "agricultura 4.0", "IoT agronegócio", "conectividade rural", "transformação digital campo", entre outros relacionados.

O período de cobertura da pesquisa bibliográfica estendeu-se de 2020 a 2025, priorizando publicações mais recentes devido à rápida evolução tecnológica no campo da IA e IoT. Foram selecionados 47 documentos entre artigos científicos, relatórios técnicos, *white papers* e estudos setoriais, que atendiam aos critérios de relevância temática, consistência metodológica e confiabilidade das fontes.

4.2 Análise documental

Procedeu-se à análise de relatórios e documentos de instituições referência no setor, incluindo:

- Índice de Transformação Digital Brasil 2024 (PwC e Fundação Dom Cabral)
- Pesquisa Agricultura Digital no Brasil (Embrapa, Sebrae e INPE)
- Relatório de Cobertura Rural 2025 (ConectarAGRO)
- Relatórios técnicos sobre Agricultura Digital e IA (Embrapa)
- Estudos setoriais de associações e empresas de tecnologia agrícola.

Essa etapa focou na identificação de dados quantitativos e qualitativos sobre o nível de maturidade digital do agronegócio brasileiro, adoção de tecnologias baseadas em IA, índices de conectividade rural e principais desafios relatados pelos atores do setor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Indicadores sobre adoção de IA e IoT na agricultura brasileira

Os dados analisados revelam um cenário de adoção crescente, porém desigual, de tecnologias baseadas em IA e IoT no agronegócio brasileiro. O Índice de Transformação Digital Brasil (ITDBr) posiciona o setor com nota 3,1 em uma escala de 6 pontos, abaixo da média geral de 3,7, evidenciando um estágio intermediário de maturidade digital (PWC, 2024).

Em termos de conectividade, embora 81% das propriedades rurais brasileiras tenham algum tipo de acesso à internet, apenas 48,1% dispõem de tecnologias 4G ou 5G, essenciais para o pleno funcionamento de sistemas baseados em IA e IoT (Compre Rural, 2023; Teletime, 2025). Mais preocupante ainda é a cobertura territorial: apenas 33% da área agrícola brasileira conta com cobertura 4G/5G, com distribuição extremamente desigual entre as regiões, segundo o mais recente levantamento da iniciativa ConectarAGRO (2025).

Em relação às aplicações de IA, o monitoramento em tempo real de culturas (56%) e a agricultura de precisão (48%) lideram a adoção entre produtores tecnificados, enquanto automação de máquinas (27%) e previsão avançada de safras (23%) apresentam índices mais modestos (Sebrae, 2023). A Tabela 1 sintetiza os principais indicadores de impacto da IA identificados na literatura.

Tabela 1 - Indicadores de impacto da IA na agricultura brasileira

Indicador	Valor	Fonte
Aumento de produtividade	Até 67%	Embrapa (2024)
Redução no uso de pesticidas	Até 90%	UOL Economia (2024)
Redução de perdas pós-colheita	Até 30%	CNA (2024)
Economia de água em sistemas de irrigação inteligente	40%	Embrapa (2024)
Economia de água em sistemas de irrigação inteligente	10 sacas/hectare	Uol Economia (2024)
Redução no tempo de desenvolvimento de defensivos	De 13 para 6 anos	Fast Company Brasil (2024)

Fonte: Elaborado pelos autores com base na revisão de literatura (2025).

Entre os produtores rurais brasileiros, observa-se uma polarização em relação à adoção tecnológica. Grandes produtores (acima de 500 hectares) apresentam taxa de adoção de soluções baseadas em IA de 42%, enquanto entre pequenos produtores (abaixo de 50 hectares) este índice cai para apenas 8% (Sebrae, 2023). Essa disparidade relaciona-se diretamente com as barreiras identificadas, especialmente conectividade e custos de implementação.

5.2 Impacto da conectividade na implementação de IA e IoT

A análise dos dados evidencia uma correlação direta entre a qualidade da conectividade e o nível de adoção de tecnologias baseadas em IA. Nas regiões Sul e Sudeste, onde a cobertura 4G/5G alcança entre 60% e 72% das áreas agrícolas, observa-se maior penetração de sistemas avançados como agricultura de precisão, máquinas conectadas e modelos preditivos. Em contraste, na região do Matopiba, com apenas 12% de cobertura, predominam tecnologias menos dependentes de conectividade constante (Valor Globo, 2024).

Os impactos da falta de conectividade manifestam-se em diferentes dimensões:

a) ***Econômica:*** A Esalq/USP estima perdas anuais de até R$ 100 bilhões para o agronegócio brasileiro devido à conectividade inadequada, resultantes de menor eficiência operacional, maiores perdas por detecção tardia de problemas e dificuldades na implementação de sistemas integrados (Jacto, 2024).

b) ***Tecnológica:*** Sistemas IoT em áreas mal conectadas operam com capacidades reduzidas, menores frequências de atualização e limitação no volume de dados transmitidos, comprometendo a eficácia dos algoritmos de IA.

c) ***Social:*** A disparidade no acesso à conectividade reforça desigualdades existentes, criando um ciclo no qual regiões e produtores já mais desenvolvidos tecnologicamente avançam mais rapidamente, enquanto outros permanecem excluídos dos benefícios da digitalização. Pequenos produtores, que correspondem a 72% dos estabelecimentos rurais brasileiros, são os mais afetados por essa exclusão digital (Jornal USP, 2024).

A análise temporal mostra avanços na cobertura de internet rural, mas com crescimento mais lento nas tecnologias de maior capacidade (4G/5G) e na cobertura territorial. Segundo a ConectarAGRO, a cobertura territorial passou de 23% em 2022 para 33% em 2024, com meta de atingir 40% até o final de 2025, indicando um progresso gradual, porém ainda insuficiente para atender às necessidades do setor (Conectar Agro, 2025).

5.3 Estratégias para superação dos desafios identificados

O estudo identificou diversas estratégias em implementação ou propostas para superar os desafios de conectividade e adoção de IA no campo brasileiro:

a) ***Infraestrutura híbrida de comunicação:*** Combinação de diferentes tecnologias de conectividade, como satélites de baixa órbita (constelação Starlink), redes privadas LTE/5G e sistemas de rádio de longo alcance. O programa ConectarAGRO ampliou a cobertura de 23% para 33% em dois anos utilizando essa abordagem híbrida (Conectar Agro, 2025).

b) ***Edge Computing para reduzir dependência de conexão constante:*** Processamento local de dados em dispositivos IoT, minimizando a necessidade de transmissão contínua. O sensor SmartSoil 4.0, desenvolvido pela Embrapa, realiza análises preliminares diretamente no campo, enviando apenas dados consolidados ou alertas específicos, reduzindo em até 80% o volume de dados transmitidos (UTFPR, 2024).

c) ***Políticas públicas e parcerias:*** O Plano Nacional de IoT (2021-2025) prevê incentivos fiscais para provedores rurais e a criação de sandboxes regulatórios para facilitar a implantação de novas tecnologias de conectividade em áreas remotas. Adicionalmente, iniciativas como o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST) têm direcionado recursos para expansão da conectividade rural (Futurecom, 2024).

d) ***Capacitação e demonstração:*** Programas como o "IA no Campo", desenvolvido pelo Senar em parceria com empresas de tecnologia, focam na capacitação de produtores e técnicos agrícolas, com ênfase em demonstrações práticas dos benefícios da IA em condições reais de produção. Propriedades modelo em diferentes regiões servem como vitrines tecnológicas, reduzindo a percepção de risco (Zendesk, 2024).

A análise dos resultados sugere que a superação dos desafios para implementação efetiva da IA na agricultura brasileira requer uma abordagem multidimensional, que combine avanços tecnológicos (como *edge computing* e infraestrutura híbrida) com iniciativas educacionais, políticas públicas e desenvolvimento de soluções adaptadas às diferentes realidades produtivas do país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo evidencia o potencial transformador da inteligência artificial na agricultura brasileira, ao mesmo tempo que identifica desafios estruturais e culturais significativos para sua implementação efetiva. As aplicações da IA na análise de dados e modelagem computacional agrícola demonstram capacidade de gerar ganhos expressivos em produtividade, sustentabilidade e competitividade, como evidenciado pelos indicadores de impacto apresentados.

Se olharmos para nossa história recente, veremos um paralelo importante: assim como a Embrapa revolucionou a nossa agricultura nas décadas de 1970 e 1980, transformando o Brasil de importador a grande exportador de alimentos, a inteligência artificial tem o potencial de desencadear uma nova revolução produtiva. A diferença está nos meios. Se a primeira revolução se baseou na ciência agronômica para dominar o Cerrado, esta nova revolução será digital.

No entanto, a plena realização desse potencial esbarra em um obstáculo fundamental: a limitada e desigual conectividade no campo brasileiro. Com apenas 48,1% das propriedades rurais dispondo de tecnologias 4G/5G, e somente 33% da área agrícola coberta por essas redes, cria-se um cenário de exclusão digital que afeta particularmente pequenos produtores e regiões menos desenvolvidas. Essa barreira tecnológica é agravada por fatores culturais, como resistência à mudança, falta de capacitação técnica e percepção de risco elevado associado a novas tecnologias.

O papel crítico da IoT como infraestrutura física que viabiliza a coleta de dados para análise por sistemas de IA torna a questão da conectividade ainda mais central. A arquitetura hierárquica desses sistemas, organizada em camadas de sensores, comunicação, processamento e aplicação, depende fundamentalmente de uma infraestrutura de comunicação robusta e abrangente, atualmente insuficiente no contexto rural brasileiro.

As estratégias identificadas para superação desses desafios apontam para a necessidade de uma abordagem integrada, que combine:

1. Investimentos em infraestrutura de conectividade, adotando modelos híbridos que aproveitem diferentes tecnologias de comunicação.
2. Desenvolvimento de soluções de *edge computing* que reduzam a dependência de conexão constante.
3. Políticas públicas que incentivem a expansão da cobertura em áreas rurais e facilitem o acesso a tecnologias digitais por pequenos e médios produtores.
4. Programas de capacitação e demonstração que reduzam barreiras culturais e construam confiança nas novas tecnologias.
5. Criação de soluções tecnológicas acessíveis e adaptadas às diferentes realidades produtivas do país.

Nesse contexto, uma lição histórica se torna relevante: assim como a Embrapa precisou formar seus quadros técnicos enviando centenas de

pesquisadores para qualificação no exterior nos anos 1970, hoje precisamos investir na formação de uma nova geração de profissionais que dominem tanto a agronomia quanto a ciência de dados e a inteligência artificial. É na interseção desses conhecimentos que surgirão as soluções mais inovadoras e adequadas à nossa realidade.

Os resultados obtidos contribuem para a compreensão dos desafios e oportunidades associados à implementação da IA na agricultura brasileira, oferecendo insights relevantes para formuladores de políticas públicas, desenvolvedores de tecnologia, instituições de pesquisa e extensão rural, e para os próprios produtores agrícolas.

Como perspectivas para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento de estudos empíricos sobre o impacto econômico, social e ambiental da IA em diferentes sistemas produtivos e regiões do Brasil; o desenvolvimento de metodologias para mensuração mais precisa da relação custo-benefício de diferentes tecnologias digitais; e a investigação de modelos inovadores de financiamento e compartilhamento de tecnologias que possam democratizar o acesso à transformação digital no campo.

O Brasil, como potência agrícola global, tem na integração bem-sucedida de IA e agricultura uma oportunidade estratégica para consolidar sua liderança, ampliando produtividade e sustentabilidade. Em um mundo no qual serão necessários aumentos substanciais na produção de alimentos para atender à crescente população global, as tecnologias digitais deixam de ser meras opções para se tornarem imperativos estratégicos.

No entanto, para que essa oportunidade se concretize de forma inclusiva e abrangente, é fundamental superar o déficit de conectividade rural e as barreiras culturais identificadas, promovendo uma transformação digital que beneficie o setor em toda sua diversidade. Somente assim poderemos garantir que a tecnologia seja, de fato, um fator de desenvolvimento e não um amplificador de desigualdades.

Assim sendo, se a ciência agronômica nos trouxe até aqui, transformando terras ácidas em campos produtivos, será a ciência da computação, particularmente a inteligência artificial, junto com IoT e Conectividade, que nos levará ao próximo patamar de produtividade, eficiência e sustentabilidade. O desafio agora é garantir que essa nova revolução seja acessível a todos os agricultores brasileiros, não apenas às grandes corporações do agronegócio.

REFERÊNCIAS

AGRO BAYER. **Conectividade no campo**. Disponível em: https://www.agro.bayer.com.br/conteudos-impulso-bayer/conectividade-no-campo. Acesso em: 3 maio 2025.

AGRO BAYER. **Tecnologia na agricultura**. Disponível em: https://www.agro.bayer.com.br/conteudos-impulso-bayer/tecnologia-na-agricultura. Acesso em: 5 maio 2025.

AGROSMART. **Blog Gestão Tecnológica Agrícola**. Disponível em: https://agrosmart.com.br/blog/. Acesso em: 11 maio 2025.

AMBIENTEBRASIL. **Histórico da Agricultura Brasileira**. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuario/historico_da_agricultura/historico_da_agricultura_brasileira.html. Acesso em: 8 maio 2025.

ASSESPRO. **11 barreiras para a adoção eficaz da IA e como superá-las**. Disponível em: https://assespro.rio/noticias/artigos-e-editoriais/11-barreiras-para-a-adocao-eficaz-da-ia-e-como-superalas-242.html. Acesso em: 15 abr. 2025.

CASA DO PRODUTOR RURAL. **As principais tendências e desafios para o avanço da agricultura digital**. Disponível em: https://casadoprodutorrural.com.br/as-principais-tendencias-e-desafios-para-o-avanco-da-agricultura-digital/. Acesso em: 10 maio 2025.

CLIMATE FIELDVIEW. **Como o big data é usado na agricultura**. Disponível em: https://blog.climatefieldview.com.br/como-o-big-data-e-usado-na-agricultura. Acesso em: 2 maio 2025.

CLIMATE FIELDVIEW. **Inteligência artificial agricultura**. Disponível em: https://blog.climatefieldview.com.br/inteligencia-artificial-agricultura. Acesso em: 30 abr. 2025.

COMPRE RURAL. **Propriedades rurais com acesso à internet atinge 81% das fazendas, aponta IBGE**. Disponível em: https://www.comprerural.com/propriedades-rurais-com-acesso-a-internet-atinge-81-das-fazendas-aponta-ibge/. Acesso em: 2 maio 2025.

CONECTARAGRO. **Área agrícola com 4G ou 5G chega a 33% no Brasil, segundo ConectarAGRO**. Disponível em: https://teletime.com.br/30/04/2025/area-agricola-com-4g-ou-5g-chega-a-33-no-brasil-segundo-conectaragro/. Acesso em: 30 abr. 2025.

CROPLIFE BRASIL. **Agricultura moderna:** conheça as tecnologias que fazem parte do campo. Disponível em: https://croplifebrasil.org/agricultura-moderna-conheca-as-tecnologias-que-fazem-parte-do-campo-croplife-brasil/. Acesso em: 7 maio 2025.

CULTIVE EUCALIPTO. **Inteligência artificial na agricultura**. Disponível em: https://cultiveeucalipto.com.br/blog/inteligencia-artificial-na-agricultura/. Acesso em: 28 abr. 2025.

DIGITAL AGRO. **IA na agricultura**. Disponível em: https://digitalagro.com.br/2024/05/17/ia-na-agricultura/. Acesso em: 17 maio 2025.

DISTRITO. **Inteligência artificial no agronegócio:** aplicações e impacto. Disponível em: https://distrito.me/blog/inteligencia-artificial-no-agronegocio-aplicacoes-e-impacto/. Acesso em: 20 abr. 2025.

EMBRAPA. **A evolução da agricultura do Brasil**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81665485/artigo---a-evolucao-da-agricultura-do-brasil. Acesso em: 10 maio 2025.

EMBRAPA. **Agricultura digital**. Brasília: Embrapa, 2020.

EMBRAPA. **Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura**. Brasília: Embrapa, 2022.

EMBRAPA. **Linha do Tempo**. Disponível em: https://www.embrapa.br/50-anos/linha-do-tempo. Acesso em: 12 maio 2025.

EMBRAPA. **O conhecimento que transformou a agricultura**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1577975/o-conhecimento-que-transformou-a-agricultura. Acesso em: 8 maio 2025.

EMBRAPA. **Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1012319/tecnologias-da-informacao-e-comunicacao-e-suas-relacoes-com-a-agricultura. Acesso em: 5 maio 2025.

EMBRAPA. **Trajetória da agricultura brasileira**. Disponível em: https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira. Acesso em: 8 maio 2025.

EMBRAPA. **Trajetória do agro**. Disponível em: https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro. Acesso em: 10 maio 2025.

EXAME. **IA para agricultura:** oportunidade ou desafio? Disponível em: https://exame.com/agro/ia-para-agricultura-oportunidade-ou-desafio/. Acesso em: 15 maio 2025.

FAPESQ. **Pesquisa científica e novas tecnologias revolucionaram a agricultura brasileira**. Disponível em: https://fapesq.rpp.br/noticias/pesquisa-cientifica-e-novas-tecnologias-revolucionaram-a-agricultura-brasileira. Acesso em: 9 maio 2025.

FAST COMPANY BRASIL. **Uso de IA na agricultura poderia ajudar a acabar com a fome no mundo**. Disponível em: https://fastcompanybrasil.com/impacto/uso-de-ia-na-agricultura-poderia-ajudar-a-acabar-com-a-fome-no-mundo/. Acesso em: 12 maio 2025.

FUTURO NO AGRO. **O futuro da agricultura:** o impacto da inteligência artificial e big data na produtividade. Disponível em: https://futuronoagro.com.br/o-futuro-da-agricultura-o-impacto-da-inteligencia-artificial-e-big-data-na-produtividade/. Acesso em: 18 abr. 2025.

GOVERNO DO BRASIL. **Com tecnologia e inovação, produção agropecuária dobrou no Brasil em 22 anos**. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2020/12/com-tecnologia-e-inovacao-producao-agropecuaria-dobrou-no-brasil-em-22-anos. Acesso em: 10 maio 2025.

HORIZONTE AI. **O impacto da inteligência artificial na agricultura**. Disponível em: https://horizonteai.com.br/o-impacto-da-inteligencia-artificial-na-agricultura/. Acesso em: 22 abr. 2025.

INSTITUTO QUESTÃO DE CIÊNCIA. **Embrapa:** um elo que transformou o agro brasileiro unindo ciência, tecnologia e mercado. Disponível em: https://iqc.org.br/observatorio/artigos/tecnologia/embrapa-um-elo-que-transformou-o-agro-brasileiro-unindo-ciencia-tecnologia-mercado/. Acesso em: 9 maio 2025.

IRRIGAT. **Melhores sites sobre agricultura no Brasil**. Disponível em: https://irrigat.com.br/melhores-sites-sobre-agricultura/. Acesso em: 5 maio 2025.

JACTO. **Conectividade no campo**. Disponível em: https://blog.jacto.com.br/conectividade-no-campo/. Acesso em: 25 abr. 2025.

JACTO. **Inteligência artificial na agricultura**. Disponível em: https://blog.jacto.com.br/inteligencia-artificial-na-agricultura/. Acesso em: 25 abr. 2025.

JORNAL USP. **Falta de acesso à internet de qualidade no meio rural exclui pequenos produtores**. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/falta-de-acesso-a-internet-de-qualidade-no-meio-rural-exclui-pequenos-produtores/. Acesso em: 2 maio 2025.

LUXURY HOME FLORIPA. **Agro e inteligência artificial movimentando R$ 236 bilhões em 2028**. Disponível em: https://luxuryhomefloripa.com.br/agro-e-inteligencia-artificial-movimentando-r-236-bilhoes-em-2028/. Acesso em: 10 maio 2025.

OLHAR DIGITAL. **Como a tecnologia está gerando novas oportunidades de emprego no agronegócio**. Disponível em: https://olhardigital.com.br/2025/02/07/agronegocios/como-a-tecnologia-esta-gerando-novas-oportunidades-de-emprego-no-agronegocio/. Acesso em: 10 maio 2025.

PWC. **Destaques do setor do agronegócio**. Disponível em: https://www.pwc.com.br/pt/estudos/servicos/consultoria-negocios/indice-transformacao-digital-brasil-2024/destaques-do-setor-do-agronegocio.html. Acesso em: 3 maio 2025.

PWC. **Índice de Transformação Digital Brasil 2024**. Disponível em: https://www.pwc.com.br/pt/estudos/servicos/consultoria-negocios/indice-transformacao-digital-brasil/2024/PwC-ITDBr--Agro-24.pdf. Acesso em: 3 maio 2025.

REVISTAFT. **Estudo da inteligência artificial na agricultura:** vantagens, desvantagens e desafios. Disponível em: https://revistaft.com.br/estudo-da-inteligencia-artificial-na-agriculturavantagens-desvantagens-e-desafios/. Acesso em: 15 maio 2025.

SCIELO. **Aplicação de redes neurais convolucionais na detecção precoce da ferrugem asiática da soja**. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rca/a/KP5mfyFddvVFzqtLmMDNK3Habstract/?lang=pt. Acesso em: 5 maio 2025.

SCIELO. **Biotecnologia e agricultura:** da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. Disponível em: https://www.scielo.br/j/spp/a/FDFBsJkwwh8qS6N3LkQLT5m/. Acesso em: 8 maio 2025.

SEBRAE. **Pesquisa agricultura digital no Brasil**. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/pesquisa-agricultura-digital-no-brasil,d7cd720d1eed3710VgnVCM1000004c00210aRCRD. Acesso em: 10 maio 2025.

SOFTEX. **A revolução da inteligência artificial no agronegócio brasileiro**. Disponível em: https://softex.br/a-revolucao-da-inteligencia-artificial-no-agronegocio-brasileiro/. Acesso em: 5 maio 2025.

STARTSE. **Agricultura 4.0:** tecnologia em prol da conservação do solo. Disponível em: https://www.startse.com/artigos/agricultura-40-tecnologia-em-prol-da-conservacao-do-solo/. Acesso em: 15 maio 2025.

TARVOS. **A inteligência artificial na agricultura:** transformando o futuro do campo. Disponível em: https://tarvos.ag/en/a-inteligencia-artificial-na-agricultura-transformando-o-futuro-do-campo/. Acesso em: 30 abr. 2025.

TERRA MAGNA. **Inteligência artificial**. Disponível em: https://terramagna.com.br/blog/inteligencia-artificial/. Acesso em: 17 maio 2025.

TOTVS. **Inteligência artificial agricultura**. Disponível em: https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola/inteligencia-artificial-agricultura/. Acesso em: 28 abr. 2025.

UOL ECONOMIA. **IA torna-se insumo essencial e gera aumento de produção e sustentabilidade**. Disponível em: https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2024/06/07/ia-torna-se-insumo-essencial-e-gera-aumento-de-producao-e-sustentabilidade.htm. Acesso em: 15 maio 2025.

UTFPR. **Agricultura:** protótipo cultural de alface romana. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12952/1/agriculturaprototipoculturalactucasativa.pdf. Acesso em: 19 maio 2025.

VALOR GLOBO. **Baixa conectividade no campo dificulta adoção de IA e internet das coisas**. Disponível em: https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/5g/noticia/2024/09/27/baixa-conectividade-no-campo-dificulta-adocao-de-ia-e-internet-das-coisas.ghtml. Acesso em: 27 abr. 2025.

ZENDESK. **Inteligência artificial no Brasil**. Disponível em: https://www.zendesk.com.br/blog/inteligencia-artificial-no-brasil/. Acesso em: 19 maio 2025.

OTIMIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL: APLICAÇÕES DE DRONES INTELIGENTES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Allan Muniz Mello Cid
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
kronos.producao@gmail.com - https://orcid.org/0000-0002-2643-1920
Athus Martins Salgado do Amaral
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
athus.martinss@gmail.com - https://orcid.org/0009-0000-9910-7331
Flaviane Santos da Costa
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
flavsc@gmail.com - https://orcid.org/0000-0002-6859-9852
Fernando Salgado do Amaral
Universidade Iguaçu (UNIG)
fernando.sal.81@gmail.com - https://orcid.org/000-0003-4370-3198

Resumo: Este estudo analisa a aplicação de drones e Inteligência Artificial (IA) na Agricultura 4.0 no Brasil, com foco em dois casos de sucesso: (1) detecção precoce de doenças na soja no Centro-Oeste e (2) otimização do uso da água na citricultura do Sudeste. A metodologia combina revisão sistemática da literatura e análise qualitativa de estudos de caso, priorizando referências científicas recentes (2020–2025) e dados estatísticos de fontes oficiais (IBGE, Conab). Os resultados revelam impactos significativos: redução de 30% a 70% no uso de fungicidas na soja, economia de 20% a 50% de água na citricultura, além de benefícios ambientais (menor contaminação do solo e conservação de recursos) e sociais (redução da exposição a agroquímicos e geração de emprego técnico). No entanto, desafios persistem, como alto custo tecnológico, infraestrutura rural deficiente e escassez de mão de obra qualificada. Estratégias propostas incluem parcerias público-privadas, modelos de "Agricultura como Serviço" (FaaS) e políticas de incentivo à inovação local. A pesquisa destaca a importância de governança ética de dados e adaptação tecnológica às condições brasileiras, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Conclui-se que a integração de drones e IA promove eficiência e sustentabilidade, mas sua ampla adoção requer soluções coordenadas em pesquisa, capacitação e políticas públicas para consolidar o Brasil como líder global em agricultura resiliente às mudanças climáticas.
Palavras-chave: Agricultura 4.0. Drones. Inteligência Artificial. Agricultura de precisão. Sustentabilidade.

Abstract: *This study examines the application of drones and Artificial Intelligence (AI) within Agriculture 4.0 in Brazil, focusing on two successful case studies: (1) early disease detection in soybean crops in the Midwest and (2) water-use optimization in citrus farming in the Southeast. The methodology combines a systematic literature review with qualitative case analysis, prioritizing recent*

scientific references (2020–2025) and statistical data from official sources (IBGE, CONAB). Results reveal significant impacts: reduction of 30%–70% in pesticide use in soybean farming, water savings of 20%–50% in citrus cultivation, and environmental benefits such as reduced soil and water contamination. However, challenges persist, including high technology costs, inadequate rural infrastructure, and shortages of skilled labor. Proposed strategies include public-private partnerships, "Farming as a Service" (FaaS) models, and policies to incentivize local innovation. The research highlights the importance of ethical data governance and technology adaptation to Brazilian conditions, aligning with the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs). It concludes that integrating drones and AI enhances efficiency and sustainability but requires coordinated efforts in research, training, and policy to position Brazil as a global leader in climate-resilient agriculture.
Keywords: *Agriculture 4.0. Drones. Artificial Intelligence. Precision Agriculture. Sustainability.*

INTRODUÇÃO

A Agricultura 4.0, impulsionada por tecnologias como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e drones, representa uma revolução no setor agrícola global, buscando eficiência, produtividade e sustentabilidade. No Brasil, líder em produção e exportação de alimentos, sua adoção é crucial para enfrentar desafios como mudanças climáticas, escassez de recursos e demanda crescente por alimentos. Em 2024, o agronegócio respondeu por 23,2% do PIB nacional (R$ 2,72 trilhões) e 45,2% das exportações, com a safra de grãos 2024/25 estimada em 330,3 milhões de toneladas. A agricultura de precisão, precursora da Agricultura 4.0, já é amplamente adotada, com crescimento exponencial em pesquisas científicas.

Drones equipados com sensores multiespectrais, térmicos e LiDAR coletam dados de alta resolução, permitindo monitoramento preciso de culturas. Algoritmos de IA analisam essas informações para identificar estresses bióticos (doenças, pragas) e abióticos (deficiências nutricionais, estresse hídrico), otimizar insumos via aplicação em taxa variável e prever produtividade. Estudos indicam redução de até 70% no uso de defensivos e 50% no consumo de água, além de menor lixiviação de nutrientes e emissões de GEE. Em 2023, o Brasil contava com 3.058 drones agrícolas registrados, com crescimento acelerado nos últimos anos.

Apesar dos benefícios, desafios persistem: alto custo inicial, falta de infraestrutura digital (conectividade rural), carência de mão de obra qualificada e questões de governança de dados, como soberania tecnológica e "colonialismo de dados". Fernandes *et al.* (2024) destacam a necessidade de requalificação profissional, enquanto Borelli e Senise (2024) alertam para assimetrias na adoção tecnológica em países em desenvolvimento. Viola e Mendes (2022) mencionam barreiras técnicas (interoperabilidade) e regulatórias.

Este estudo analisa casos de sucesso no uso de drones e IA no Brasil, avaliando impactos econômicos (redução de custos, aumento de produtividade), ambientais (conservação de recursos) e sociais (segurança alimentar, emprego qualificado). Também investiga desafios técnicos (calibração de sensores), operacionais (condições climáticas) e regulatórios, além de estratégias de superação, como parcerias público-privadas e modelos de Agricultura como Serviço (FaaS). Com base em literatura científica e dados de campo, busca contribuir para políticas públicas e decisões estratégicas, alinhando inovação à sustentabilidade no agronegócio brasileiro.

Vale destacar que a transição para a Agricultura 4.0 exige esforço coordenado entre setor produtivo, academia, governo e sociedade. Investir em pesquisa, capacitação e infraestrutura digital é essencial para garantir que os benefícios tecnológicos sejam amplamente distribuídos, consolidando o Brasil como líder global em agricultura sustentável e resiliente às mudanças climáticas.

1. DESENVOLVIMENTO

A Agricultura 4.0, impulsionada por tecnologias como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e drones, representa uma revolução na produção agrícola global, integrando digitalização, conectividade e automação para otimizar recursos e aumentar a eficiência. No Brasil, líder em exportações agrícolas, essa transformação busca aliar competitividade internacional a práticas sustentáveis, enfrentando desafios como mudanças climáticas e escassez de recursos. A IA processa dados de sensores, drones e satélites para análise preditiva, enquanto a IoT permite

monitoramento em tempo real de condições climáticas e do solo, conforme destacado por estudos como os de Viola e Mendes (2022).

A Agricultura de precisão, precursora da Agricultura 4.0, fundamenta-se no manejo sito-específico de culturas, aplicando insumos de forma racionalizada com base em dados georreferenciados. Tecnologias como GPS, sensores e drones viabilizam a coleta e análise de informações, permitindo estratégias como a aplicação em taxa variável (VRT) de fertilizantes e defensivos. Pesquisas brasileiras, como as de Cherubin *et al.* (2022), mostram crescimento exponencial na adoção de sensores proximais e remotos, além de ferramentas de apoio à decisão, especialmente no Centro-Oeste e Sudeste.

Drones equipados com sensores multiespectrais, térmicos e LiDAR são ferramentas-chave para mapeamento e intervenção precisa em lavouras. Eles identificam estresse hídrico, doenças e pragas com alta resolução espacial, gerando mapas que orientam ações como pulverização seletiva e semeadura de precisão. Estudos como os de Jorge *et al.* (2024) destacam a redução de até 70% no uso de fungicidas e 50% no consumo de água, minimizando impactos ambientais e aumentando a eficiência operacional.

A sustentabilidade é central na Agricultura 4.0, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ao promover uso racional de recursos e mitigação de emissões de GEE. Tecnologias digitais reduzem a contaminação do solo e da água, preservam biodiversidade e melhoram a segurança alimentar. No entanto, desafios persistem, como a necessidade de infraestrutura rural (conectividade e energia) e políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis, conforme alertam Viola e Mendes (2022).

A digitalização agrícola também levanta questões éticas, como o "colonialismo de dados", que reflete a dependência de plataformas estrangeiras e a concentração de poder tecnológico. Problemas de governança de dados, privacidade e soberania nacional exigem regulamentações claras e desenvolvimento local de tecnologias. Autores como Borelli e Senise (2024) enfatizam a importância de algoritmos transparentes e políticas que garantam equidade no acesso às inovações.

Para consolidar a Agricultura 4.0 no Brasil, estratégias como investimento em pesquisa nacional, capacitação profissional e modelos de

negócio inclusivos são essenciais. Parcerias público-privadas e políticas de incentivo podem democratizar o acesso a tecnologias, garantindo que pequenos produtores também se beneficiem. A integração de IA, drones e IoT, aliada a uma governança ética de dados, posicionará o país como líder em agricultura sustentável, alinhada aos princípios do desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa desenvolve-se como uma revisão narrativa e analítica da literatura, centrada na análise aprofundada de múltiplos estudos de caso para investigar a otimização sustentável da produção agrícola no Brasil por meio de mapeamento e controle por drones inteligentes. O estudo busca identificar impactos gerados, dificuldades enfrentadas e estratégias de solução, respaldando-se em uma ampla base de referências científicas recentes e clássicas, além de dados estatísticos relevantes.

A metodologia combina revisão sistemática da literatura com análise qualitativa de casos práticos, abrangendo artigos científicos, relatórios técnicos de instituições como Embrapa e FAO, teses, dissertações e publicações de universidades e associações do setor agrícola, priorizando documentos dos últimos cinco anos (2020–2025) para garantir atualidade, complementados por referências históricas essenciais para contextualização teórica. A busca ocorreu em bases como Google Scholar, Web of Science, Scopus, SciELO e repositórios institucionais, utilizando termos em português e inglês relacionados a drones, Agricultura 4.0, Inteligência Artificial e sustentabilidade.

Os estudos de caso foram selecionados com base em critérios rigorosos: relevância temática (uso de drones e IA para monitoramento e otimização agrícola), contexto geográfico (priorizando o Brasil), recência (preferencialmente após 2020), qualidade metodológica (detalhamento sobre tecnologias, resultados e desafios) e credibilidade das fontes (periódicos indexados, relatórios técnicos de instituições renomadas).

Cabe citar que essa abordagem permitiu extrair informações sobre contextos de aplicação, tecnologias utilizadas (especificações de drones, sensores e algoritmos), objetivos, impactos econômicos, ambientais e

sociais, além de obstáculos técnicos, regulatórios e operacionais enfrentados. A coleta de dados incluiu fichamento sistemático e categorização de informações, enquanto a análise adotou técnicas de codificação temática (Bardin, 2016), buscando padrões e particularidades regionais ou setoriais, conforme orientado por Yin (2018).

A interação entre dados empíricos e fundamentação teórica foi central para interpretar os achados, integrando conceitos de Agricultura 4.0, agricultura de precisão e sustentabilidade. Dados estatísticos de órgãos como IBGE, Conab e FAO foram usados para contextualizar a relevância do agronegócio brasileiro e os desafios de adoção tecnológica. A triangulação de fontes e a análise comparativa entre casos visaram mitigar limitações, como o viés de publicação – estudos com resultados positivos tendem a ser mais divulgados, conforme destacado por Franco *et al.* (2014).

Apesar da dependência de dados secundários, a diversidade de fontes e a profundidade metodológica buscam assegurar robustez à análise, mesmo reconhecendo a necessidade de cautela na generalização dos resultados devido à heterogeneidade dos sistemas produtivos brasileiros.

A abordagem qualitativa permitiu explorar nuances dos processos de adoção de drones e IA, destacando benefícios como redução no uso de insumos e aumento de produtividade, bem como desafios técnicos (custos, infraestrutura rural), regulatórios e de capacitação. Estratégias como parcerias público-privadas, modelos de Agricultura como Serviço (FaaS) e políticas de incentivo foram identificadas como fundamentais para superar barreiras. A análise também evidenciou a importância de governança ética de dados, evitando dinâmicas de "colonialismo de dados" apontadas por Borelli e Senise (2024), e a necessidade de algoritmos transparentes e adaptação tecnológica às condições locais.

Embora a pesquisa enfatize avanços, reconhece-se que a transição para a Agricultura 4.0 no Brasil depende de esforços coordenados para democratizar o acesso à tecnologia, qualificar mão de obra e fortalecer políticas públicas. A integração de IA, drones e IoT, aliada a uma governança responsável, posiciona o país para liderar uma agricultura sustentável, mas requer superação de desafios estruturais, como conectividade rural e infraestrutura digital. Assim, o estudo contribui para debates sobre inovação agrícola, destacando a necessidade de equilíbrio entre

avanços tecnológicos e justiça socioambiental, conforme defendido por Elkington (1997) no conceito do Triple Bottom Line.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de drones e Inteligência Artificial (IA) na agricultura brasileira tem gerado um corpo crescente de estudos de caso e experiências que demonstram o potencial dessas tecnologias para otimizar a produção de forma sustentável. Dois casos notáveis foram selecionados para análise crítica, integrando seus contextos, tecnologias empregadas, resultados alcançados, desafios enfrentados e estratégias de superação, seguidos de uma discussão sobre os impactos, limitações e perspectivas para a adoção em larga escala no Brasil. Esses estudos refletem a convergência entre Agricultura 4.0 e práticas de precisão, destacando o papel transformador de ferramentas digitais na gestão de culturas e na mitigação de riscos agrícolas.

O primeiro caso aborda a detecção e manejo de precisão da ferrugem asiática da soja (Phakopsora pachyrhizi) no Centro-Oeste brasileiro, uma doença que pode causar perdas de até 80% se não controlada adequadamente. Pesquisas recentes, como as de Mishra *et al.* (2021) e Zhang *et al.* (2022), em parceria com a Embrapa Soja e universidades, desenvolveram sistemas de detecção precoce usando drones e IA.

Essas tecnologias permitem identificar infecções antes da visibilidade a olho nu, orientando aplicações localizadas de fungicidas em grandes lavouras de Mato Grosso e Goiás. A abordagem combina sensores multiespectrais e hiperespectrais, algoritmos de machine learning (Redes Neurais Convolucionais - CNNs) e mapas de risco gerados via geoprocessamento, revolucionando o monitoramento tradicional, muitas vezes tardio e impreciso.

Os resultados do caso da soja revelam impactos econômicos, ambientais e sociais significativos. Economicamente, a redução de 30% a 70% no uso de fungicidas gera economia substancial de custos e preserva até 80% do potencial produtivo. Ambientalmente, a aplicação localizada minimiza a contaminação do solo e da água, além de retardar o desenvolvimento de resistência dos patógenos aos agroquímicos. Socialmente,

a redução da exposição de trabalhadores a defensivos melhora a saúde ocupacional, enquanto a segurança alimentar é fortalecida pela manutenção da produtividade.

No entanto, desafios como a variabilidade ambiental (deficiências nutricionais e estresse hídrico) interferem na precisão da detecção, exigindo bibliotecas espectrais robustas e redes neurais treinadas para distinguir padrões específicos da doença. Além disso, o alto custo de equipamentos e softwares limita o acesso, demandando modelos de Agricultura como Serviço (FaaS) e parcerias público-privadas para democratização da tecnologia.

O segundo caso foca na otimização do uso da água na citricultura irrigada do Sudeste brasileiro, uma atividade econômica central em São Paulo, mas afetada por desperdício hídrico. Estudos do Instituto Agronômico (IAC) e da Esalq/USP utilizam drones equipados com sensores térmicos e multiespectrais para mapear o estresse hídrico em pomares, integrando dados a modelos agrometeorológicos. Tecnologias como o NDVI, NDWI e algoritmos de IA geram mapas de variabilidade, orientando decisões sobre irrigação.

Nesse contexto, resultados apontam economia de 20% a 50% na água aplicada, redução de custos energéticos e aumento de até 100% na produtividade em pomares com irrigação por gotejamento, além de melhorias na qualidade dos frutos. Ambientalmente, a gestão precisa reduz a lixiviação de nutrientes e a salinização do solo, enquanto socialmente garante a sustentabilidade da citricultura e a disponibilidade de água para outros usos.

Apesar dos avanços, desafios técnicos persistem. A interpretação de dados térmicos, por exemplo, é afetada por fatores como vento e umidade, exigindo protocolos de voo padronizados e correções atmosféricas. A calibração de modelos de demanda hídrica também precisa de validação contínua em diferentes solos e variedades, com auxílio de sensores de campo. Além disso, a integração entre drones e sistemas automatizados de irrigação carece de interoperabilidade, resolvida por meio de plataformas de apoio à decisão e treinamento técnico. Esses obstáculos ilustram a complexidade da transição para a Agricultura 4.0, que exige adaptação de tecnologias às condições locais e investimento em pesquisa colaborativa.

Os impactos econômicos, ambientais e sociais dos dois casos reforçam o potencial da Agricultura 4.0. Economicamente, a redução de insumos e o aumento da produtividade são impulsionados pela precisão na aplicação de recursos. Na soja, economias de até 70% em fungicidas e na citricultura, de 50% em água, evidenciam ganhos de eficiência. Ambientalmente, a aplicação direcionada reduz a pegada de carbono, conserva ecossistemas e preserva recursos hídricos, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). Socialmente, a diminuição da exposição a agroquímicos melhora a saúde dos trabalhadores, enquanto a demanda por mão de obra qualificada cria oportunidades técnicas, embora exija políticas de capacitação.

Desafios recorrentes, no entanto, permeiam a adoção dessas tecnologias. O custo elevado de drones avançados e softwares especializados limita o acesso, especialmente de pequenos produtores, exacerbando desigualdades no setor agrícola. A falta de profissionais qualificados para operar e interpretar dados de IA e sensores cria gargalos na implementação, enquanto a infraestrutura rural deficiente, como conectividade e energia, dificulta o uso de soluções digitais em áreas remotas. Regulamentações em constante evolução e a falta de padrões de interoperabilidade entre plataformas também complicam a integração de sistemas, exigindo políticas públicas que incentivem a padronização e a inovação local.

Para superar esses obstáculos, estratégias multifacetadas foram adotadas. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) visam criar drones multifuncionais e sensores acessíveis, adaptados às condições brasileiras, com IA treinada para variabilidade regional. Políticas públicas, como linhas de crédito e subsídios, buscam democratizar o acesso à tecnologia, enquanto parcerias entre universidades, startups e associações de produtores promovem validação em campo e difusão. Programas de capacitação técnica e extensão rural digital visam formar operadores e analistas, e a expansão da conectividade rural (5G, redes LoRaWAN) é priorizada para viabilizar o processamento de dados em tempo real. Essas iniciativas são complementadas pelo desenvolvimento de plataformas de apoio à decisão e modelos de negócios inclusivos, como o FaaS, que oferecem serviços sob demanda.

Assim, a discussão dos resultados revela que os casos analisados se alinham aos princípios da Agricultura 4.0, integrando digitalização,

automação e gestão baseada em dados. A capacidade de coletar e processar informações em alta resolução espacial e temporal permite decisões informadas, otimizando recursos e mitigando riscos. No entanto, a transição para uma agricultura digitalizada enfrenta barreiras estruturais, como desigualdade no acesso à tecnologia e infraestrutura deficiente em áreas rurais. A dependência de algoritmos e plataformas estrangeiras também levanta questões de soberania tecnológica e governança de dados, exigindo políticas que promovam inovação local e proteção das informações dos agricultores. Além disso, a resistência cultural de produtores conservadores demanda esforços de educação e demonstração de resultados práticos para acelerar a adoção.

Em síntese, a integração de drones e IA na agricultura brasileira demonstra potencial para revolucionar a produtividade e a sustentabilidade. No entanto, sua ampla adoção depende de soluções coordenadas envolvendo tecnologia, política pública e capacitação humana. Investir nessa transição é essencial para consolidar o Brasil como líder global em agricultura sustentável, resiliente às mudanças climáticas e alinhada aos princípios do desenvolvimento socioeconômico e ambiental. A colaboração entre academia, setor privado, governo e sociedade civil será crucial para superar desafios técnicos, econômicos e éticos, garantindo que os benefícios da Agricultura 4.0 sejam amplamente distribuídos, inclusive na agricultura familiar, que desempenha papel vital na segurança alimentar e no desenvolvimento rural.

Perspectivas futuras indicam que a replicação das experiências bem-sucedidas exigirá adaptação a realidades locais, fortalecimento das redes de assistência técnica e políticas públicas inclusivas. Estudos longitudinais quantificando impactos em diferentes culturas e regiões, modelos de negócio como cooperativas de drones e investigações sobre transformações sociais da automação são prioridades.

Ademais, métricas de sustentabilidade adaptadas ao contexto brasileiro e pesquisas sobre ética e governança de dados serão fundamentais para garantir inovação responsável. Ao equilibrar avanços tecnológicos com justiça social e proteção ambiental, o Brasil pode pavimentar um caminho único na era da Agricultura 4.0, consolidando-se como referência em práticas agrícolas eficientes e sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de drones e Inteligência Artificial (IA) na agricultura brasileira revela um potencial transformador para a sustentabilidade e eficiência do setor agrícola. Estudos de caso, como a detecção precoce de doenças na soja e o manejo de precisão da irrigação na citricultura, demonstram impactos econômicos significativos, com redução de 20% a 70% no uso de insumos (fungicidas e água), além de benefícios ambientais, como conservação de recursos hídricos e mitigação da pegada de carbono (FAO, 2023).

Tecnologias como sensores multiespectrais, algoritmos de Deep Learning e sistemas de geoprocessamento permitem monitoramento em alta resolução espacial e temporal, identificando problemas antes da percepção humana e intervindo de forma localizada. Essas inovações, respaldadas por pesquisas da Embrapa, universidades e tendências do mercado (Times Brasil, 2025), consolidam-se como pilares da Agricultura 4.0, alinhadas aos princípios de precisão, rentabilidade e responsabilidade socioambiental.

No entanto, a ampla adoção enfrenta desafios estruturais e técnicos. O alto custo de equipamentos e softwares limita o acesso de pequenos e médios produtores, enquanto a falta de mão de obra qualificada para operar e interpretar dados tecnológicos cria gargalos na implementação. Infraestrutura rural deficiente, como conectividade e energia, e questões regulatórias em constante evolução também obstaculizam a escalabilidade. Além disso, a dependência de tecnologias e algoritmos desenvolvidos por corporações estrangeiras levanta preocupações sobre soberania tecnológica e governança de dados, exigindo políticas que promovam inovação local e proteção das informações dos agricultores (Borelli; Senise, 2024). Parcerias entre academia, setor privado e governo são essenciais para superar essas barreiras, adaptando soluções às condições brasileiras e fortalecendo ecossistemas de inovação.

Para consolidar a Agricultura 4.0 no Brasil de forma inclusiva e sustentável, é necessário ampliar pesquisas longitudinais que quantifiquem impactos em diferentes culturas e regiões, além de explorar modelos de negócio acessíveis, como cooperativas de drones e plataformas de Agricultura como Serviço (FaaS), que democratizem o acesso. Investigações

sobre transformações no mercado de trabalho rural, novas competências exigidas e políticas de transição justa são urgentes, assim como métricas para avaliar a sustentabilidade multidimensional dessas tecnologias. Por fim, estudos éticos e jurídicos sobre governança de dados e segurança digital devem guiar a inovação, garantindo que os benefícios da Agricultura 4.0 sejam amplamente distribuídos, fortalecendo não apenas grandes produtores, mas também a agricultura familiar e o desenvolvimento rural sustentável (Rose; Chilvers, 2018; Fernandes *et al.*, 2024).

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BORELLI, E.; SENISE, D. D. Agricultura Digital, Geopolítica de Dados e Desenvolvimento Rural: uma análise a partir do Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 26, p. e202402, 2024.

CHERUBIN, M. R. *et al.* Precision Agriculture in Brazil: The Trajectory of 25 Years of Scientific Research. **Agriculture**, v. 12, n. 11, p. 1882, 2022.

COELHO FILHO, M. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; FOLEGATTI, M. V.; FRIGO, E. P. Manejo de irrigação em citros com uso de imagens termais obtidas por VANT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 49., 2020, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: SBEA, 2020.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF: Conab. Publicações mensais.

COULDRY, N.; MEJIAS, U. A. **The Costs of Connection:** How Data is Colonizing Human Life and Appropriating It for Capitalism. Stanford: Stanford University Press, 2019.

EASTWOOD, C. *et al.* Data Ethics and a FATE-ful Agetech Future. In: **Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2019.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks:** The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Oxford: Capstone Publishing, 1997.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Inteligência Artificial na Agricultura**. Embrapa Informática Agropecuária, 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Visão 2030:** o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of Food and Agriculture 2023:** Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. Rome: FAO, 2023.

FERNANDES, G. B.; ROCHA, L. C. S.; POSSAMAI, A. J. Indústria 4.0 e o futuro do trabalho no setor agropecuário brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 1, p. e260014, 2024.

FRANCO, A.; MALHOTRA, N.; SIMONOVITS, G. Publication bias in the social sciences: Unlocking the file drawer. **Science**, v. 345, n. 6203, p. 1502-1505, 2014.

GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. Precision agriculture and food security. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 828-831, 2010.

GILES, D. K.; BILLING, R. C. Deployment and performance of a UAV for crop spraying. **Transactions of the ASABE**, v. 58, n. 4, p. 957-963, 2015.

GODOY, C. V. *et al.* Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017:** Resultados Definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Rio de Janeiro: IBGE. Publicações mensais. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 07 maio 2025.

JORGE, L. A. C. *et al.* Artificial Intelligence and Deep Learning in Precision and Digital Agriculture in Brazil: Advances and Perspectives. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 44, (e20230079spe), 2024.

KAMILARIS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, F. X. Deep learning in agriculture: A survey. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 147, p. 70-90, 2018.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90-91, p. 100315, 2019.

LIAKOS, K. G. *et al.* Machine learning in agriculture: A review. **Sensors**, v. 18, n. 8, p. 2674, 2018.

MAHLEIN, A.-K. Plant disease detection by imaging sensors – parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping. **Plant Pathology**, v. 65, n. 1, p. 241-251, 2016.

MATESE, A. *et al.* Intercomparison of UAV, aircraft and satellite remote sensing platforms for precision viticulture. **Remote Sensing**, v. 7, n. 3, p. 2971-2990, 2015.

MISHRA, A. R.; GUPTA, R.; JOSHI, R.; DUTTA, M. K. Detection of Asian soybean rust using UAV-based multispectral imagery and machine learning. **Remote Sensing Applications:** Society and Environment, v. 23, p. 100580, 2021.

MOGILI, U. R.; DEEPAK, B. B. V. L. Review on application of drone systems in precision agriculture. **Procedia Computer Science**, v. 133, p. 502-509, 2018.

MOLIN, J. P. Agricultura de Precisão no Brasil: conceitos e evolução. In: BORÉM, A.; ROCHA, M. M. (org.). **Agricultura de Precisão**. Viçosa, MG: UFV, 2017.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. do; COUTINHO, H. L. C. (org.). **Agricultura de Precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo:** A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B:** Biological Sciences, v. 363, n. 1491, p. 447-465, 2008.

PURI, V.; NAYYAR, A.; RAJA, L. Agriculture drones: A modern boon for farmers. **Journal of Statistics and Management Systems**, v. 20, n. 4, p. 517-524, 2017.

ROSE, D. C.; CHILVERS, J. Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 2, p. 8, 2018.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence:** A Modern Approach. 4. ed. Hoboken, NJ: Pearson, 2020.

RYAN, M. **In AI We Trust:** Power, Illusion and Control of Predictive Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press, 2020.

SANTOS, L. N. dos; FIETZ, C. R.; SALVIANO, A. M. Uso de VANT para estimativa da necessidade hídrica em pomares de citros. **Irriga**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 1-15, 2023.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

SINDAG. SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA. **Mercado Brasileiro de Drones Agrícolas**.

TILMAN, D. *et al.* Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002.

TIMES BRASIL. Na Agrishow 2025, drones e IA oferecem soluções versáteis e eficiência no campo. **Times Brasil**, Agro, 2 maio 2025. Disponível em: https://timesbrasil.com.br/empresas-e-negocios/agro/na-agrishow-2025-drones-e-ia-oferecem-solucoes-versateis-e-eficiencia-no-campo/. Acesso em: 07 maio 2025.

TSOUROS, D. C.; BIBI, S.; SARIGIANNIDIS, P. G. A review on UAV-based applications for precision agriculture. **Information**, v. 10, n. 11, p. 349, 2019.

VIOLA, E.; MENDES, C. A. Agricultura 4.0 e Mudanças Climáticas no Brasil: Desafios e Oportunidades para uma Transição para a Sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. e00151, 2022.

YAQOT, M.; MENEZES, B. C. Unmanned aerial vehicle (UAV) in precision agriculture: Business information technology towards farming as a service. In: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY (ICIT). IEEE, 2021.

YIN, R. K. **Case study research and applications:** Design and methods. 6. ed. Thousand Oaks, CA: Sage publications, 2018.

ZHANG, J. *et al.* Detection of soybean diseases using UAV hyperspectral images and machine learning. **Remote Sensing**, v. 14, n. 1, p. 123, 2022.

ZHANG, N.; WANG, M.; WANG, N. Precision agriculture–a worldwide overview. **Computers and electronics in agriculture**, v. 36, n. 2-3, p. 113-132, 2002.

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO SUPERIOR

Vitório Pereira da Silva Netto
Faculdade de Tecnologia - Fatec - Senai/MT
professorvitorionetto@gmail.com - https://lattes.cnpq.br/6430953403254053

Marcia Helena Scabora
Faculdade de Tecnologia - Fatec - Senai/MT
marciascabora@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/0133554368065593

Lorena da Silva Moreira
Faculdade de Tecnologia - Fatec - Senai/MT
lorenacosta714@gmail.com - https://lattes.cnpq.br/1143012952524924

Ilson Onuki
Faculdade de Tecnologia - Fatec - Senai/MT
ilson.onuki.78@gmail.com - https://lattes.cnpq.br/1930235123576340

Resumo: Este estudo investiga o impacto da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino superior, com base em pesquisa realizada com 42 participantes (22 professores e 20 alunos) de seis instituições de Cuiabá, Mato Grosso, entre 5 e 8 de maio de 2025. A fundamentação teórica articula diretrizes éticas da Unesco e estudos recentes sobre o papel da IA na educação, destacando seu potencial para personalização do ensino e inclusão educacional. Adotou-se uma metodologia mista, combinando análise quantitativa e qualitativa de dados obtidos por meio de questionários estruturados e revisão de literatura. Os resultados indicam ampla adoção da IAG entre professores e estudantes, embora persistam preocupações com a superficialização do aprendizado e a limitação da criatividade discente. Quatro modelos de uso foram identificados: substitutivo, colaborativo, convergente e antagônico, revelando percepções diversas sobre a função da tecnologia no processo educacional. Conclui-se que a incorporação crítica e ética da IAG exige a formulação de políticas institucionais claras, programas de capacitação docente e estratégias pedagógicas que garantam a centralidade humana na formação acadêmica.
Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa. Ensino Superior. Ética na Educação. Metodologias Ativas.

Abstract: *This study investigates the impact of Generative Artificial Intelligence (GAI) on higher education, based on research conducted with 42 participants (22 professors and 20 students) from six institutions in Cuiabá, Mato Grosso, between May 5 and 8, 2025. The theoretical framework incorporates UNESCO's ethical guidelines and recent studies on the role of AI in education, highlighting its potential for personalized learning and educational inclusion. A mixed-methods approach was adopted, combining quantitative and qualitative analysis of data collected through structured questionnaires and literature review. The results indicate widespread adoption of GAI among professors and*

students, although concerns remain about the superficiality of learning and limitations on students' creativity. Four usage models were identified: substitutive, collaborative, convergent, and antagonistic, revealing diverse perceptions of the technology's role in the educational process. It is concluded that the critical and ethical incorporation of GAI requires the development of clear institutional policies, teacher training programs, and pedagogical strategies that ensure the centrality of human agency in academic education.
Keywords: *Generative Artificial Intelligence. Higher Education. Ethics in Education. Active Methodologies.*

INTRODUÇÃO

A pandemia de Covid-19 acelerou a adoção de tecnologias educacionais, criando um terreno fértil para a emergência da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino superior. Diante desse cenário, o presente estudo analisa criticamente os impactos dessa tecnologia a partir de dados empíricos coletados em 2023, articulando-os com debates contemporâneos sobre ética e inovação pedagógica.

A ascensão da Inteligência Artificial Generativa (IAG) tem provocado transformações significativas nos diferentes setores da sociedade, sendo o ensino superior um dos campos mais diretamente impactados. O avanço de ferramentas baseadas em IA, como o ChatGPT, representa uma nova fronteira para práticas pedagógicas, desafiando paradigmas tradicionais de ensino e aprendizagem. A pandemia de Covid-19, ao impulsionar a digitalização do ensino, criou um ambiente propício para a incorporação dessas tecnologias, acelerando sua adoção por estudantes e professores.

No entanto, essa incorporação tecnológica ocorre de forma desigual e, muitas vezes, sem diretrizes claras que orientem seu uso pedagógico e ético. Enquanto os estudantes demonstram ampla adesão ao uso de IAG no cotidiano acadêmico, há uma lacuna evidente na formação docente e na elaboração de políticas institucionais que regulamentem e qualifiquem o uso dessa tecnologia. Esse cenário levanta questionamentos centrais: de que maneira a IAG está sendo utilizada nas instituições de ensino superior? Quais são os impactos percebidos por professores e alunos? A tecnologia está contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual, ou promovendo uma cultura de dependência automatizada?

Este artigo foca em analisar o impacto da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino superior. Para isso, realizamos um estudo empírico com 42 participantes – 22 professores e 20 alunos – de seis instituições de ensino superior em Cuiabá, Mato Grosso. Nossos objetivos são: (1) mapear os padrões de uso da IAG entre os diferentes atores do processo educacional; (2) compreender as percepções e contradições envolvidas na aplicação da tecnologia; e (3) propor diretrizes para a integração ética e pedagógica da IAG no contexto universitário.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Inteligência Artificial Generativa (IAG) na Educação: potenciais, desafios e modelos de aplicação

A inserção da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no contexto educacional tem se intensificado a partir dos avanços tecnológicos e da crescente demanda por inovação nos processos de ensino e aprendizagem. A IAG, caracterizada pela capacidade de criar conteúdos originais com base em grandes volumes de dados, tem impactado diretamente a forma como o conhecimento é produzido, distribuído e avaliado no ambiente acadêmico (Zawacki-Richter *et al.*, 2019).

Segundo Luckin *et al.* (2016), a IA na educação deve ser compreendida como uma tecnologia de suporte que expande as possibilidades do ensino personalizado, colaborativo e orientado por dados. Essa perspectiva é reforçada por Holmes *et al.* (2021), que argumentam que a IA pode potencializar o papel do professor como mentor e facilitador do aprendizado, desde que utilizada de forma ética e planejada.

Entretanto, a literatura também destaca riscos associados à adoção irrestrita da IAG. Qadir (2022) adverte que a dependência excessiva dessas tecnologias pode comprometer o desenvolvimento do pensamento crítico e da criatividade, uma vez que os estudantes tendem a replicar respostas automatizadas sem a devida reflexão cognitiva. De modo semelhante, Chen *et al.* (2020) apontam para a necessidade de regulação e formação docente como condições essenciais para o uso eficaz e ético da IA no contexto educacional.

Zawacki-Richter *et al.* (2019) propuseram uma classificação de aplicações de IA no ensino superior que inclui desde sistemas de tutoria inteligente até mecanismos de avaliação automatizada. Os dados empíricos da presente pesquisa se alinham às propostas desses autores ao identificar quatro modelos principais: substitutivo, colaborativo, convergente e antagônico.

No ensino, docentes veem a Inteligência Artificial (IA) de duas formas principais: no modelo substitutivo, professores consideram a IA capaz de assumir certas funções pedagógicas, como criar conteúdo e avaliações. No entanto, como apontam Holmes *et al.* (2021), a substituição completa do professor é vista como inadequada, pois compromete a mediação humana crucial para a educação. Já o modelo colaborativo, destacado por Wang *et al.* (2021), foca na IA como um apoio às práticas pedagógicas. Ele visa aumentar a eficiência e a inovação no planejamento de aulas e na criação de instrumentos avaliativos.

Por fim, o modelo convergente, observado nos dados desta pesquisa, mostra que tanto professores quanto alunos enxergam a IA Generativa (IAG) como uma ferramenta que inclui e motiva a busca por conhecimento. Segundo Luckin *et al.* (2016), a IA pode criar ambientes educacionais mais inclusivos ao personalizar conteúdos e se adaptar às necessidades de cada estudante.

Contudo, no modelo antagônico, observa-se tensão entre a adoção da tecnologia e os riscos associados à superficialização do aprendizado. Grassini *et al.* (2023) alertam que o uso da IA sem formação docente adequada e sem diretrizes institucionais claras pode acentuar desigualdades e reduzir a qualidade da experiência educativa.

1.2 Inteligência Artificial Generativa (IAG) e Educação: fundamentos teóricos

A ascensão da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino está associada à chamada Educação 4.0, caracterizada pela integração de tecnologias digitais e inteligência computacional aos processos formativos. Holmes (2020) projeta que o mercado global de IA educacional atinja 6 bilhões de dólares, impulsionado por soluções como tutores virtuais, sistemas de recomendação personalizados e análises preditivas de desempenho.

No cenário pós-pandemia, a adoção dessas tecnologias acelerou, mas nem sempre de forma estruturada. A Unesco (2024) alerta que o uso indiscriminado da Inteligência Artificial Generativa (IAG) pode comprometer a confiabilidade das informações, a formação crítica dos estudantes e os princípios éticos da educação. A organização defende que: "A Inteligência Artificial deve ser utilizada de maneira responsável na educação, respeitando os princípios de inclusão, equidade, proteção de dados e autonomia pedagógica" (Unesco, 2024).

No Brasil, Leite (2023) destaca que a Inteligência Artificial (IA) deve complementar – e nunca substituir – o pensamento crítico e a criatividade humana. Ele enfatiza a importância de abordagens que incentivem a autonomia intelectual dos estudantes.

1.3 Modelos de integração da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na Educação

A análise dos dados permite identificar quatro modelos distintos de integração da Inteligência Artificial Generativa (IAG):

- ***Modelo Substitutivo:*** neste cenário, 63% dos professores acreditam que as IAGs poderão substituir atividades docentes em maior ou menor grau. Em contraste, 50% dos estudantes afirmam que a substituição "raramente" ou "nunca" ocorrerá, indicando resistência discente à ideia de substituição completa.
- ***Modelo Colaborativo:*** predomina o uso da IAG como ferramenta de apoio, com 95,4% dos docentes utilizando-a na preparação de aulas e 100% na elaboração de avaliações. Grassini (2023) argumenta que a colaboração entre educadores e IA pode dinamizar o planejamento didático, desde que acompanhada por formação continuada e curadoria crítica. Similarmente, 95% dos estudantes relatam utilizar a IAG em atividades escolares, revelando uma adoção disseminada.
- ***Modelo Convergente:*** professores e alunos demonstram alinhamento ao reconhecerem que a tecnologia pode favorecer a inclusão educacional e deve ser incentivada institucionalmente. Ambos os grupos buscam ativamente se atualizar e participar de atividades relacionadas ao tema, evidenciando uma cultura de inovação.
- ***Modelo Antagônico:*** apesar da adesão generalizada, persistem tensões. Cerca de 70% dos estudantes admitem não distinguir claramente

entre aprender e copiar utilizando IAG. Qadir (2022) alerta que o uso excessivo da IA pode fomentar uma cultura de respostas prontas, enfraquecendo as competências reflexivas essenciais ao pensamento científico. Ademais, 95% dos discentes acreditam que a IAG pode limitar sua criatividade, demonstrando preocupações quanto à autoria e originalidade.

1.4 Desafios formativos e institucionais

Mesmo com o uso crescente da Inteligência Artificial Generativa (IAG), apenas 31,8% dos professores receberam formação institucional específica sobre o tema. Isso revela uma lacuna crítica entre a prática e a qualificação necessária. A falta de políticas estruturadas nesse sentido não só compromete a qualidade do ensino, mas também o respeito a princípios éticos e pedagógicos essenciais.

A Unesco (2024) defende a necessidade de diretrizes claras para o uso da IA enfatizando a transparência dos processos algorítmicos e a centralidade humana nas decisões educacionais. Sem estratégias formativas e regulamentações adequadas, corre-se o risco de se aprofundarem desigualdades e fragilizar a formação crítica dos estudantes.

2. METODOLOGIA

Adotamos uma abordagem metodológica mista neste estudo, combinando métodos quantitativos e qualitativos. Nosso objetivo foi compreender de forma abrangente o impacto da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino superior. Essa escolha se justifica pela complexidade do tema, que envolve tanto dados mensuráveis quanto as percepções subjetivas de professores e alunos.

Coletamos os dados por meio de questionários estruturados, aplicados entre 5 e 8 de maio de 2025. Participaram da pesquisa professores e alunos de seis instituições de ensino superior em Cuiabá, Mato Grosso.

O questionário foi aplicado online e de forma totalmente anônima, utilizando um sistema web exclusivo, desenvolvido pela nossa equipe de pesquisa. Essa plataforma digital foi criada especificamente para este estudo, assegurando a acessibilidade, o sigilo e a integridade dos dados coletados.

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento da aplicação incluíram HTML e CSS para a construção da interface gráfica (front-end), PHP para a lógica de funcionamento no lado do servidor (back-end), MySQL para o gerenciamento do banco de dados relacional e Javascript, em conjunto com a biblioteca Chart.js, para a renderização dos gráficos de forma interativa e dinâmica.

Para analisar a pesquisa, utilizamos uma abordagem mista: empregamos métodos quantitativos para examinar cada questão individualmente, e métodos qualitativos para interpretar as percepções, contradições e entendimentos dos participantes sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa no contexto educacional.

Além da coleta de dados empíricos, também fizemos uma análise bibliográfica focada em publicações recentes sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino superior. Nosso objetivo com essa revisão foi contextualizar a pesquisa no estado da arte, identificar lacunas existentes e dar suporte à interpretação dos dados coletados.

Consideramos diversas fontes, incluindo: Diretrizes éticas da Unesco; artigos acadêmicos publicados entre 2020 e 2025 e estudos de caso nacionais e internacionais sobre personalização do ensino, desafios na formação de professores e implicações pedagógicas do uso de tecnologias emergentes. Essa base teórica foi fundamental tanto para a criação dos nossos questionários quanto para a análise crítica dos resultados da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

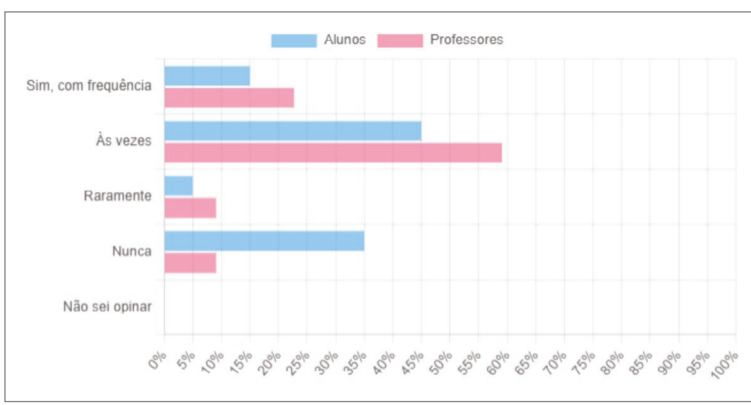
Os resultados da pesquisa mostram que a maioria dos participantes, tanto professores quanto alunos, têm grande interesse em aprender mais sobre o uso da IA na educação. Eles também compartilham a crença de que a IA pode tornar o ensino mais inclusivo, o que indica uma visão positiva sobre o potencial da tecnologia para aumentar o acesso e a equidade no ambiente educacional.

Em resumo, há um consenso entre os participantes de que o uso da IA deve ser incentivado nas instituições de ensino, e que ela pode, de fato, aprimorar a inclusão e a qualidade do ensino.

Holmes (2020) estimava que o mercado de inteligência artificial educacional atingiria a marca de US$ 6 bilhões até 2024, uma projeção que já foi superada em virtude da aceleração da adoção dessas tecnologias, especialmente impulsionada pela pandemia de Covid-19. Paralelamente, a Unesco (2024) alerta para riscos éticos significativos, destacando que cerca de 70% das instituições de ensino ainda não possuem protocolos adequados para a validação dos conteúdos gerados por Inteligências Artificiais Generativas (IAGs), o que expõe estudantes a informações não verificadas e pode comprometer a qualidade e a confiabilidade dos processos educativos.

O Gráfico 1, que aborda a percepção sobre a substituição do professor pela inteligência artificial, revela diferenças significativas entre professores e estudantes. No modelo substitutivo, 63% dos professores consideram que a substituição docente por IA é possível – e 9% acreditam que ela ocorrerá com frequência e 54% apontam que isso poderá acontecer eventualmente.

Gráfico 1 - Percepção sobre a substituição do professor pela IA



Fonte: Autoria própria (2025).

Em contrapartida, os estudantes demonstram maior ceticismo: 50% afirmam que essa substituição raramente ou nunca ocorrerá. Esse contraste evidencia percepções divergentes entre docentes e discentes em relação ao papel da IA no processo educacional, sugerindo que os professores tendem a ver a tecnologia como uma ameaça mais concreta à sua

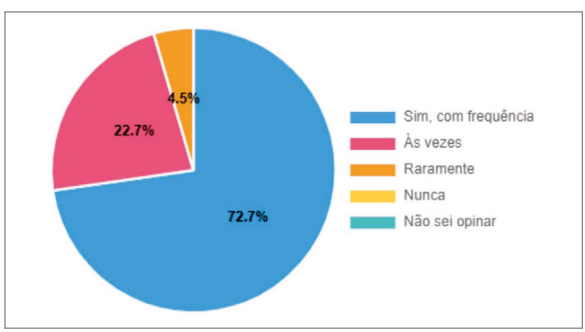
função, enquanto os estudantes mantêm uma visão mais conservadora sobre a centralidade da atuação humana na educação.

A diferença de opiniões entre professores e alunos sobre a possibilidade de a IA substituir o docente evidencia um conflito simbólico entre tradição e inovação.

Para muitos professores, a IA é vista como um avanço funcional, mas também um desafio à sua autoridade intelectual. Já os alunos, mesmo familiarizados com a tecnologia, ainda atribuem valor inegociável à mediação humana, especialmente no que diz respeito ao estímulo da reflexão crítica e à personalização do ensino. Estudos como os de Luckin *et al.* (2016) reforçam que a IA deve ser entendida como um complemento à atuação docente, e não como substituta de sua função pedagógica.

O gráfico indica que 95,4% dos professores já utilizaram ferramentas de IA para preparar aulas, refletindo uma aceitação significativa dessas tecnologias como apoio pedagógico.

Gráfico 2 - Você já utilizou IA para preparar aulas?

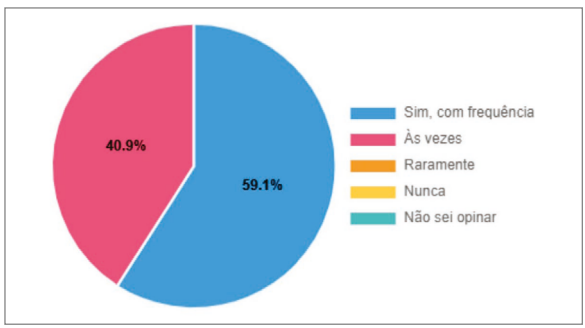


Fonte: Autoria própria (2025).

O uso de Inteligência Artificial (IA) por professores na preparação de aulas está ressignificando o planejamento didático. Isso otimiza tarefas operacionais e permite que eles se concentrem em estratégias pedagógicas mais elaboradas. Como apontado por Zawacki-Richter *et al.* (2019), a IA pode expandir a capacidade do professor ao fornecer sugestões baseadas em dados, personalizando experiências e adaptando-se às necessidades da turma.

O Gráfico 3, por sua vez, mostra que 100% dos professores relataram usar IA na elaboração de avaliações. Isso indica uma ampla integração da tecnologia nos processos avaliativos.

Gráfico 3 - Você já utilizou IA para preparar avaliações?

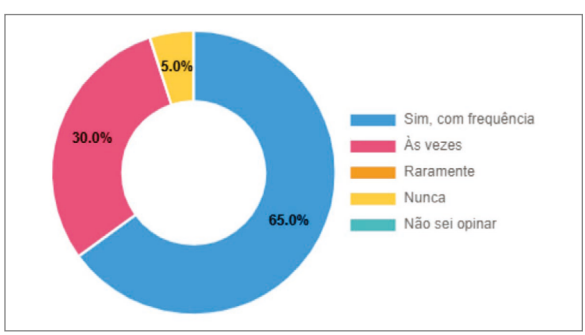


Fonte: Autoria própria (2025).

O uso da IA para criar avaliações exige atenção redobrada à validade e fidedignidade dos instrumentos. Embora a tecnologia automatize tarefas, há um risco de padronização excessiva e de limitação na avaliação de competências complexas, como o pensamento crítico, conforme alertam Holmes *et al.* (2021). Isso reforça a necessidade de uma revisão humana criteriosa.

Entre os alunos, o Gráfico 4 mostra que 95% relataram ter usado IA em sala de aula, demonstrando a forte presença dessas ferramentas nas práticas educacionais diárias.

Gráfico 4 - Você já utilizou IA em sala de aula?

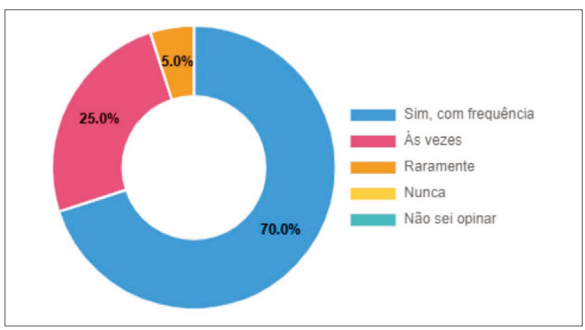


Fonte: Autoria própria (2025).

A presença da Inteligência Artificial (IA) nas rotinas dos estudantes, tanto em sala de aula quanto em avaliações, mostra o quanto a tecnologia está disseminada. No entanto, sua integração precisa ser acompanhada por políticas educacionais que incentivem a integridade acadêmica. De acordo com Chen *et al.* (2020), o uso da IA sem orientação pode prejudicar o aprendizado significativo, trocando a reflexão por respostas prontas.

O fato de 95% dos estudantes usarem IA em avaliações (Gráfico 5) reforça o papel da tecnologia como ferramenta de estudo, mas também levanta a necessidade de atenção à autenticidade do aprendizado.

Gráfico 5 - Você já utilizou IA em avaliações?



Fonte: Autoria própria (2025).

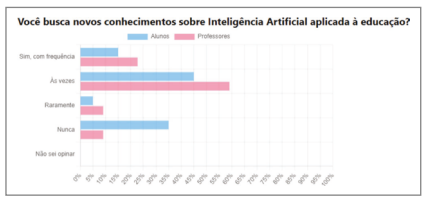
Por outro lado, o consenso entre professores e alunos sobre o uso da IA como ferramenta de inclusão é muito promissor. A IA tem potencial para personalizar recursos, adaptar linguagens e remover barreiras de aprendizagem. Contudo, Wang *et al.* (2021) alertam que a utilização da IA para inclusão exige uma abordagem crítica, focada em equidade, acesso e formação continuada de professores.

No modelo convergente, professores e alunos estão alinhados na percepção de que a IA pode promover a inclusão e, por isso, deve ser incentivada. Ambos os grupos demonstram interesse em aprofundar seus conhecimentos sobre o tema (Gráfico 6).

No entanto, a percepção de que a IA pode limitar o senso criativo e crítico é consistente com as advertências de Qadir (2022). Ele aponta que a dependência excessiva de assistentes automatizados tende a reduzir o

engajamento cognitivo profundo. Sendo assim, o grande desafio é garantir que a IA seja uma ferramenta de provocação e não apenas uma fonte de respostas prontas.

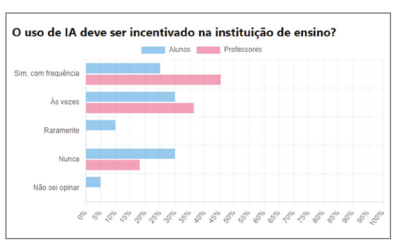
Gráfico 6 - Inclusão e busca por conhecimento

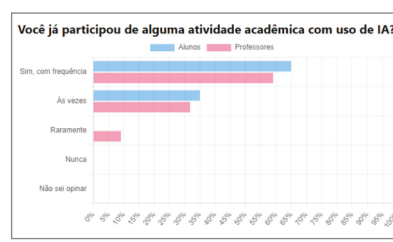


Fonte: Autoria própria (2025).

Os dados revelam que tanto professores quanto estudantes reconhecem o valor da Inteligência Artificial (IA) na educação e mostram grande interesse em atividades que utilizem essa tecnologia. Esse cenário aponta para a consolidação de uma cultura colaborativa focada na inovação pedagógica, conforme ilustrado no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Incentivo ao uso de IA e participação acadêmica





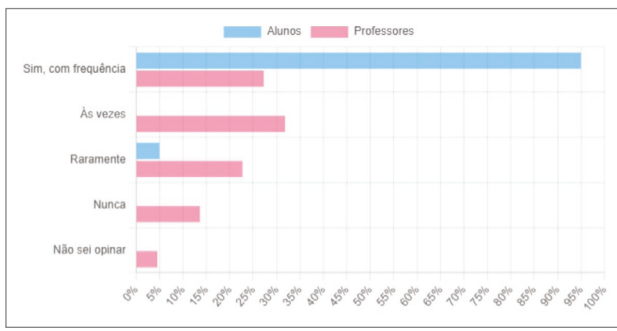
Fonte: Autoria própria (2025).

A falta de uma formação institucional estruturada para o uso da Inteligência Artificial (IA) é evidente: apenas 31,8% dos professores indicam ter recebido algum tipo de capacitação. Isso revela uma lacuna preocupante entre a prática pedagógica e as políticas educacionais.

Grassini *et al.* (2023) defendem que o uso pedagógico eficaz da IA exige programas formais de capacitação, alinhados a diretrizes éticas e metodológicas específicas. O objetivo é promover uma integração crítica e consciente dessas tecnologias no ensino.

Paralelamente, enquanto as opiniões dos professores sobre os impactos da IA são divididas, 95% dos estudantes afirmam acreditar que a tecnologia limita seu senso criativo, conforme o Gráfico 8. Esse dado reforça a necessidade urgente de repensar práticas pedagógicas, buscando equilibrar o uso de tecnologias emergentes com o estímulo às habilidades cognitivas superiores, como a criatividade e o pensamento crítico.

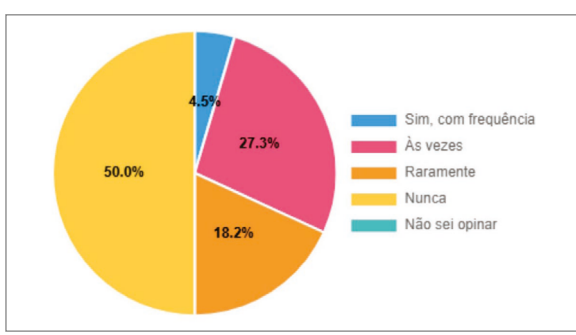
Gráfico 8 - A IA limita o senso crítico e criativo?



Fonte: Autoria própria (2025).

Outro ponto crítico é a lacuna na formação dos professores: apenas 31,8% afirmam receber capacitação institucional para o uso de IA, ainda que 100% se sintam aptos a orientar os alunos eticamente (Gráfico 9). Essa disparidade reforça as observações de Grassini (2023) sobre a urgência de revisar currículos e investir na formação continuada dos docentes.

Gráfico 9 - Sua instituição oferece formação sobre IA?

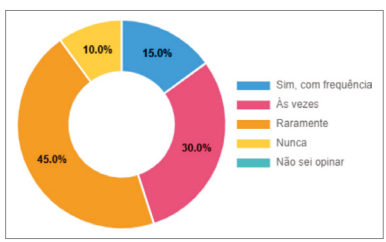


Fonte: Autoria própria (2025).

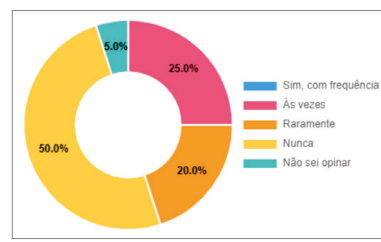
Em consonância com Leite (2023, p. 922), que defende que a IA complementa, mas não substitui o pensamento crítico e a criatividade humana, os achados desta pesquisa indicam que o futuro do ensino superior na era da IA Generativa (IAG) depende de um equilíbrio entre inovação tecnológica e centralidade humana. Isso significa promover práticas pedagógicas que desafiem os estudantes a refletir, criar e inovar, mesmo em ambientes cada vez mais mediados por algoritmos.

As estratégias adotadas neste contexto mostram que tanto professores quanto alunos têm tomado a iniciativa de buscar conhecimento sobre o tema da IA. Além disso, os participantes sugerem a criação de uma disciplina específica sobre ética e IA. Isso reforça a necessidade de desenvolver uma cultura institucional que incentive o uso crítico e responsável dessas ferramentas.

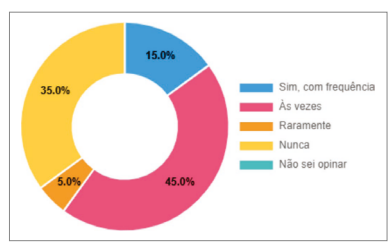
Gráfico 10 - A IA limita o senso crítico e criativo



Você confia mais na IA que nas aulas do seuprofessor?



Você consegue diferenciar entre aprender e copias com IA?



Você acredita que seus professores utilizam IA para preparar suas aulas?

Fonte: Autoria própria (2025).

A pesquisa revelou quatro modelos principais de uso da IA Generativa (IAG) no ensino superior, baseados nos dados coletados: substitutivo, colaborativo, convergente e antagônico.

No modelo substitutivo, 63% dos professores acreditam que a IA pode substituir o docente (9% com frequência e 54% às vezes). Já os estudantes mostram mais ceticismo, com 50% afirmando que essa substituição raramente ou nunca vai acontecer. Essa diferença aponta para percepções divergentes entre professores e alunos sobre o papel da IA na educação.

No modelo colaborativo, há uma ampla adesão à IA como ferramenta pedagógica: 95,4% dos professores a utilizaram na preparação de aulas e 100% na elaboração de avaliações. Entre os alunos, 95% declararam ter usado IA tanto em sala de aula quanto em avaliações.

Esses dados reforçam o potencial da IA como aliada no planejamento e na execução das atividades didáticas. Contudo, eles também evidenciam a necessidade de diretrizes claras para seu uso ético e pedagógico.

No modelo convergente, professores e alunos estão alinhados: ambos percebem a IA de forma positiva, reconhecendo seu potencial para promover a inclusão e defendendo seu incentivo nas instituições. Eles também mostram interesse ativo em capacitação e aprofundamento no tema, o que aponta para um uso mais maduro dessas tecnologias.

3.1 Desafios e impactos da IA na Educação

Contudo, o modelo antagônico revela tensões importantes. Embora os alunos usem amplamente a IA Generativa (IAG), 70% relatam dificuldade em diferenciar o aprendizado autêntico da simples reprodução automatizada. Isso indica um risco real de superficialização do conhecimento. Além disso, 95% dos alunos acreditam que a IA limita o senso crítico e criativo – uma percepção que não é consensual entre os professores. Esse dado sugere um impacto negativo na autoconfiança e na autonomia intelectual dos estudantes, como alertado por Qadir (2022).

Esses resultados mostram impactos significativos na prática educacional. A rápida adoção da IAG impulsiona transformações que exigem uma reconfiguração das relações pedagógicas. A figura do professor assume um papel central como mediador do uso consciente da tecnologia, orientando os alunos quanto à ética, ao pensamento crítico e à criatividade. Em contrapartida, o estudante precisa ser reposicionado como protagonista do próprio aprendizado, superando a passividade diante das respostas automatizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados revelam que a Inteligência Artificial Generativa já ocupa um espaço significativo nas práticas pedagógicas e no cotidiano discente do ensino superior, suscitando tanto entusiasmo quanto inquietações. A partir dos dados analisados, evidencia-se que a IA pode ser uma poderosa aliada na personalização do ensino, na otimização de processos e na promoção da inclusão. No entanto, também levanta desafios éticos, cognitivos e institucionais que não podem ser ignorados.

O uso responsável da IA exige que docentes sejam continuamente capacitados e que os estudantes desenvolvam uma postura crítica em relação aos recursos que utilizam. As instituições de ensino superior têm um papel crucial na mediação desse processo, devendo criar políticas claras, investir em formação e fomentar uma cultura de inovação que preserve a centralidade do humano na educação.

Portanto, o futuro do ensino mediado por IA dependerá da capacidade das instituições em equilibrar tecnologia e pedagogia, garantindo que a autonomia intelectual, a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes não sejam substituídos por respostas automatizadas, mas sim fortalecidos por meio de uma integração consciente e ética das tecnologias educacionais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

CHEN, L.; CHEN, P.; LIN, Z. Artificial intelligence in education: a review. **IEEE Access**, v. 8, p. 75264-75278, 2020.

DEEPSEEK. **Towards Artificial General Intelligence:** progress and challenges. DeepSeek Research, 2025. Disponível em: https://www.deepseek.com/research/agi2025.pdf. Acesso em: 4 maio 2025.

FERREIRO, E.; TEBEROSKY, A. **Psicogênese da língua escrita**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

GRASSINI, S. Shaping the future of learning: the role of AI in Education 4.0. **International Journal of Educational Technology**, v. 12, n. 3, p. 45-67, 2023.

HOLMES, W. **Artificial intelligence in education:** promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign, 2020.

HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. **Artificial intelligence in education:** promises and implications for teaching and learning. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2021.

LEITE, B. S. Inteligência artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos. **Química Nova**, v. 46, n. 9, p. 915-923, 2023. Disponível em: https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/ED2023-0099. Acesso em: 20 abr. 2025.

LUCKIN, R.; HOLMES, W.; GRIFFITHS, M.; FORCIER, L. B. **Intelligence unleashed:** an argument for AI in education. London: Pearson Education, 2016.

QADIR, J. Engineering education in the era of ChatGPT. **IEEE Transactions on Education**, v. 65, n. 2, p. 112-125, 2022. Disponível em: https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.21789434.v1. Acesso em: 5 maio 2025.

SÄLZER, C.; PRENZEL, M. Cognitive activation in the classroom: theoretical bases and results. In: SLOANE, F.; KELLY, D. (ed.). **International handbook of research on teachers and teaching**. Berlin: Springer, 2014.

SELWYN, N. **Should robots replace teachers? AI and the future of education**. Cambridge: Polity Press, 2019.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: https://www.unesco.org. Acesso em: 11 abr. 2025.

WANG, Y.; YU, H.; MIAO, C. Deep learning for inclusive education: opportunities and ethical challenges. **Computers & Education**, v. 165, p. 104-149, 2021.

ZAWACKI-RICHTER, O.; MARÍN, V. I.; BOND, M.; GOUVERNEUR, F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 16, n. 1, p. 1-27, 2019.

VIÉS ALGORÍTMICO E A NECESSIDADE DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ÉTICA EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS: UMA ANÁLISE À LUZ DA EXPERIÊNCIA DE MODELAGEM PARA O GOVERNO DIGITAL

Sandro Luís Brandão Campos
Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG/MT)
sandrocampos@seplag.mt.gov.br - https://orcid.org/0000-0002-4003-8199

Resumo: Este artigo, baseado no estudo apresentado na dissertação "Modelagem e Implementação de Sistemas de Recomendação de Serviços Públicos: Personalizando o Governo Digital para o Cidadão", explora a aplicação de Sistemas de Recomendação (SR) impulsionados por Inteligência Artificial (IA) no contexto do governo digital, com foco particular nos desafios éticos e no risco de viés algorítmico. A dissertação propôs e desenvolveu um modelo híbrido de SR para personalizar o acesso a serviços públicos, enfrentando obstáculos como a sobrecarga de informações para o cidadão e a falta de governança de dados adequada na administração pública. Embora o estudo primário tenha focado na viabilidade técnica e legal (sob a Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD) da personalização, ele levantou a necessidade de tratar cuidadosamente as implicações éticas. Este artigo aprofunda essa discussão, analisando como os desafios identificados na dissertação, como a dependência de dados históricos de interação do cidadão com os serviços e a estruturação do portfólio de serviços, podem introduzir vieses. Discute a importância de uma abordagem proativa para garantir que os SRs em serviços públicos sejam justos, transparentes e inclusivos, minimizando a discriminação e promovendo equidade no acesso à informação e aos serviços governamentais. A metodologia utilizada é a análise de conteúdo da dissertação, correlacionando seus achados com os princípios de IA ética e mitigação de viés algorítmico.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Sistemas de Recomendação. Governo Digital. Viés Algorítmico. Ética em IA.

Abstract: *This article, based on the study presented in the dissertation "Modeling and Implementation of Public Service Recommendation Systems: Personalizing Digital Government for the Citizen", explores the application of Recommendation Systems (RS) powered by Artificial Intelligence (AI) in the context of digital government, with a particular focus on ethical challenges and the risk of algorithmic bias. The dissertation proposed and developed a hybrid RS model to personalize access to public services, addressing obstacles such as information overload for citizens and the lack of proper data governance in public administration. While the primary study focused on the technical and legal feasibility (under the General Data Protection Law – LGPD) of personalization, it raised the need to carefully address ethical implications. This article deepens that dis-*

cussion by analyzing how the challenges identified in the dissertation–such as reliance on citizens' historical interaction data and the structuring of the service portfolio–can introduce biases. It discusses the importance of a proactive approach to ensure that RS in public services are fair, transparent, and inclusive, minimizing discrimination and promoting equity in access to government information and services. The methodology employed is a content analysis of the dissertation, correlating its findings with the principles of ethical AI and the mitigation of algorithmic bias.
Keywords: *Artificial Intelligence. Recommendation Systems. Digital Government. Algorithmic Bias. AI Ethics.*

INTRODUÇÃO

A crescente digitalização dos serviços governamentais, frequentemente referida como governo digital, tem como objetivo principal aproximar a administração pública do cidadão, facilitando o acesso à informação e aos serviços. No entanto, a vasta quantidade de informações e serviços disponíveis nos portais governamentais pode gerar uma sobrecarga para o cidadão, dificultando a localização do conteúdo relevante para suas necessidades específicas. Nesse cenário, tecnologias utilizadas com sucesso no setor privado para personalizar a experiência do usuário, como os Sistemas de Recomendação (SR), emergem como um mecanismo promissor para o governo digital.

A dissertação de mestrado "Modelagem e Implementação de Sistemas de Recomendação de Serviços Públicos: Personalizando o Governo Digital para o Cidadão" (Campos, 2021), desenvolvida no âmbito do PROFNIT[1], propôs e implementou um sistema de recomendação para serviços públicos, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina baseados nos acessos dos cidadãos e nos metadados dos serviços. O estudo teve como objetivo geral desenvolver uma plataforma para filtragem e fornecimento de conteúdo personalizado no contexto do governo digital. Para alcançar esse objetivo, foram desenvolvidos um sistema de recomendação híbrido e um ambiente digital para visualização das recomendações, e avaliados os requisitos para sua implementação na administração pública.

[1] Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação.

A pesquisa identificou desafios significativos, incluindo a forma de coleta dos dados, as estratégias de modelagem, a apresentação das recomendações, o impacto nas políticas públicas, as implicações legais e a preparação da governança de dados. Notavelmente, a dissertação destacou a base legal para o uso de dados pela administração pública para fins de recomendação de serviços sob a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei Federal nº 13.709/2018, desde que critérios como privacidade e não divulgação dos dados sejam cumpridos. A importância da governança de dados foi ressaltada como fundamental para a definição de políticas públicas mais inovadoras e para a estruturação de um portfólio de serviços robusto, essencial para a filtragem baseada em conteúdo.

Embora a dissertação aborde a viabilidade legal e os requisitos técnicos e de dados, ela também toca na necessidade de tratar cuidadosamente os impactos socioeconômicos, legais e éticos do uso de IA na administração pública. A discussão sobre IA ética é crucial ao implementar SRs em serviços públicos, pois a personalização, se mal concebida ou implementada, pode inadvertidamente introduzir ou amplificar vieses existentes nos dados ou no design do algoritmo, levando a resultados injustos ou discriminatórios para certos grupos de cidadãos.

Este artigo se propõe a analisar a experiência e os achados da dissertação "Modelagem e Implementação de Sistemas de Recomendação de Serviços Públicos" com o objetivo de identificar e discutir os potenciais riscos de viés algorítmico e a imperativa necessidade de considerar princípios de IA ética e inclusiva na concepção e implementação de SRs para serviços públicos. Examinaremos como os desafios e soluções propostas na dissertação se relacionam com a mitigação de viés e a promoção da equidade no acesso aos serviços governamentais digitais.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Sistemas de Recomendação e Governo Digital

Sistemas de Recomendação (SR) são ferramentas de software que auxiliam usuários a encontrar informações, produtos ou serviços relevantes em um grande espaço de opções, geralmente prevendo as prefe-

rências do usuário ou recomendando itens que podem ser de seu interesse (Ricci, 2015). Eles se tornaram onipresentes em plataformas de comércio eletrônico, streaming de mídia e redes sociais no setor privado, proporcionando experiências personalizadas e melhorando o engajamento do usuário.

No contexto do governo digital, a aplicação de SRs é menos explorada, apesar do potencial para transformar a interação do cidadão com a administração pública. A sobrecarga de informações em portais governamentais, identificada na dissertação e por outros autores como Guo e Lu (2007), justifica a necessidade de mecanismos que filtrem e apresentem o conteúdo de forma personalizada e intuitiva. Um governo inteligente, impulsionado por dados, pode utilizar SRs para oferecer serviços e informações de maneira mais proativa e alinhada às necessidades individuais dos cidadãos.

A dissertação propôs um modelo híbrido de recomendação, combinando filtragem colaborativa (baseada no comportamento de usuários similares) e filtragem baseada em conteúdo (baseada nas características dos serviços). A base de dados utilizada no experimento continha interações reais de cidadãos com serviços públicos. Essa abordagem busca aproveitar diferentes tipos de dados para gerar recomendações.

1.2 Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina e dados na administração pública

Inteligência Artificial (IA) refere-se à capacidade de sistemas computacionais realizarem tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana, como recomendação ou resposta a perguntas. O Aprendizado de Máquina (AM), uma subárea da IA, foca na construção de sistemas que melhoram seu desempenho com base em experiência, geralmente utilizando dados.

A aplicação de IA e AM na administração pública é vista como uma oportunidade para aumentar a eficiência, automatizar tarefas rotineiras e utilizar grandes volumes de dados para desenvolver políticas públicas mais pragmáticas e alinhadas às necessidades da população. A análise de dados do cidadão pode, de forma estruturada, controlada e ética, predizer necessidades futuras ou recomendar serviços e informações.

No entanto, o uso de IA e AM em contextos públicos requer cautela. Mehr (2017), citado na dissertação, aponta que a IA permeará a interação com o governo. Cath (2017), também referenciado, argumenta que as políticas devem garantir que a IA promova o bem público e que é necessária uma compreensão clara da "boa sociedade de IA" que se deseja desenvolver. Wirtz e Muller (2019) destacam como a IA pode ajudar a superar problemas como grandes volumes de casos e tarefas repetitivas. Contudo, os riscos e consequências negativas, especialmente para as condições humanas e os impactos legais e éticos, devem ser cuidadosamente tratados e previstos.

1.3 Implicações legais e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)

A implementação de sistemas que utilizam dados pessoais de cidadãos, como os SRs, na administração pública está sujeita à regulamentação legal rigorosa. No Brasil, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709/2018, regula as atividades de tratamento de dados pessoais.

A dissertação analisa que o uso de dados pela administração pública para recomendar serviços possui base legal e é possível realizar, desde que os critérios da LGPD sejam cumpridos. Recomendar ações personalizadas diretamente ao cidadão, sem divulgação dos dados, não vai contra a privacidade e proteção de dados, desde que a identificação esteja atrelada a uma plataforma exclusiva e de acesso individual. Isso implica que a personalização, sob o escopo da LGPD, deve ser focada em beneficiar o indivíduo, respeitando seus direitos de privacidade e controle sobre seus dados.

A LGPD exige finalidades claras para o tratamento de dados e base legal adequada. No caso de SRs em serviços públicos, a finalidade principal seria facilitar o acesso e melhorar a experiência do cidadão, atendendo ao interesse público. A dissertação conclui que, com esforço de adequação em processos, ferramentas e capacitação, é possível evoluir com responsabilidade, respeitando a privacidade.

1.4 Governança de Dados na administração pública

A base para qualquer modelo de recomendação eficaz e responsável é o uso inteligente e bem gerenciado dos dados. A governança de dados

e informação é fundamental para estabelecer critérios inovadores para a definição de políticas públicas e para sustentar sistemas data-driven.

Um desafio significativo identificado na dissertação foi a ausência de um modelo implantado de governança de dados no governo, resultando na falta de metadados adequados sobre os serviços e de registros cruciais sobre a interação do cidadão. A estruturação de um portfólio de serviços robusto, com metadados relevantes além dos exigidos por lei, é essencial não apenas para esclarecer o cidadão, mas também para alimentar sistemas tecnológicos como os SRs.

Uma governança de dados madura é pré-requisito para a implementação ética de SRs, garantindo a qualidade dos dados, a conformidade legal, a segurança da informação e a capacidade de auditar o uso dos dados, o que é crucial para identificar e mitigar vieses.

1.5 Viés Algorítmico, IA Ética e Inclusão em serviços públicos

O uso crescente de IA em decisões que afetam a vida das pessoas, incluindo o acesso a serviços públicos, levanta preocupações sobre viés algorítmico e a necessidade de garantir que a IA seja ética, justa e inclusiva. Viés algorítmico ocorre quando um sistema de IA reflete ou amplifica preconceitos existentes nos dados de treinamento ou no próprio algoritmo, levando a resultados discriminatórios para certos grupos demográficos (raça, gênero, renda, localização, entre outros).

Embora a dissertação não utilize explicitamente o termo "viés algorítmico", ela aponta para desafios que são fontes potenciais desse problema:

- ***Dependência de dados históricos:*** O modelo híbrido da dissertação utiliza dados de interações dos cidadãos com os serviços. Se o acesso histórico a serviços for desigual devido a barreiras digitais, socioeconômicas ou falta de conhecimento, o sistema treinado, nesses dados, pode inadvertidamente recomendar menos serviços ou serviços diferentes para grupos historicamente menos engajados digitalmente ou menos privilegiados, perpetuando a desigualdade no acesso.
- ***Filtragem baseada em conteúdo e superespecialização:*** A filtragem baseada em conteúdo recomenda serviços similares aos que o cidadão já consumiu. Isso pode levar a um "*filter bubble*", limitando a exposição do cidadão a serviços novos ou de naturezas diferentes que pode-

riam ser altamente relevantes para ele (ex.: um cidadão que busca auxílio desemprego pode se beneficiar de recomendações de cursos de capacitação ou vagas de emprego). Embora a dissertação mencione o híbrido como mitigador da superespecialização, a seleção de "similaridade" pode ainda ter um viés, dependendo de como as características dos serviços e as interações são definidas e ponderadas.

- ***Qualidade e abrangência dos dados/metadados:*** A falta de um portfólio de serviços robustos com metadados adequados foi um desafio. Metadados incompletos, imprecisos ou com viés (ex.: descrições de serviço que usam linguagem complexa ou assumem conhecimento prévio) podem afetar a precisão da filtragem baseada em conteúdo e, consequentemente, as recomendações. Dados demográficos ou contextuais incompletos ou não utilizados de forma ética podem levar a generalizações enviesadas sobre as necessidades dos cidadãos.
- ***Foco na interface de busca tradicional:*** A dissertação observa que os portais públicos frequentemente utilizam mecanismos de busca padrão, que requerem que o usuário saiba exatamente o que procura. Embora o SR seja uma alternativa para a descoberta dos serviços, a dependência de dados de interação para personalização pode não beneficiar cidadãos que não interagem frequentemente com o governo digital, o problema do "*cold-start user*" em SRs (Hernando *et al.*, 2016). Mecanismos adicionais são necessários para garantir a inclusão desses grupos.
- ***Reprodução de lógicas comerciais:*** A dissertação nota que a tecnologia de SR é consolidada no mercado privado e questiona a implicação de implementar tecnologia desenvolvida para fins comerciais no serviço público. Embora o mecanismo técnico possa ser transferido, os objetivos são diferentes. Enquanto o mercado busca maximizar engajamento ou vendas, o governo busca promover o bem-estar e o acesso equitativo a direitos e deveres. Aplicar métricas ou lógicas puramente comerciais (como maximizar "cliques") sem considerar o impacto social pode levar a vieses.

Uma IA ética e inclusiva no governo digital deve ser:

- ***Justa e equitativa:*** As recomendações não devem discriminar ou desfavorecer nenhum grupo de cidadãos. É necessário avaliar se diferentes grupos recebem recomendações de igual qualidade e relevância.

- ***Transparente e explicável:*** Os cidadãos devem entender por que um determinado serviço foi recomendado (ex.: "recomendado porque cidadãos com perfil similar acessaram", "recomendado porque é popular"). Embora a dissertação proponha a apresentação de diferentes tipos de recomendações, a explicação por trás de cada uma aumenta a confiança e a clareza.
- ***Responsável e auditável:*** Deve haver mecanismos de responsabilidade caso o sistema produza resultados enviesados. A governança de dados é crucial para rastrear o uso e o desempenho do sistema.
- ***Segura e privada:*** Em conformidade com a LGPD, garantindo que os dados pessoais sejam protegidos e usados apenas para as finalidades declaradas.
- ***Focada no interesse público:*** O objetivo final do SR deve ser facilitar o exercício da cidadania e o acesso aos direitos, não apenas otimizar métricas de interação.

A dissertação, ao identificar desafios relacionados a dados, governança e à necessidade de cautela ética, fornece uma base sólida para esta discussão. A falta de governança de dados robusta, em particular, é um impedimento significativo para a implementação de IA ética e para a mitigação eficaz de viés, pois dificulta o monitoramento da qualidade e do uso dos dados, elementos essenciais para a justiça e transparência do sistema.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste artigo baseia-se na análise de conteúdo da dissertação de mestrado "Modelagem e Implementação de Sistemas de Recomendação de Serviços Públicos: Personalizando o Governo Digital para o Cidadão". A dissertação original utilizou pesquisa aplicada, abordagem qualitativa e objetivos exploratórios, com procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e análise de conteúdo de fontes científicas.

Para este artigo, a metodologia consistiu em:

- ***Leitura e análise detalhada da dissertação:*** Foco em identificar as seções que descrevem os objetivos, desafios, metodologia, resultados

e considerações finais, com atenção especial aos pontos que tangenciam questões legais, éticas, de dados e de impacto social/cidadão.

- ***Correlação com conceitos de viés algorítmico e IA ética:*** Interpretar os desafios e achados da dissertação (como dependência de dados históricos, falta de governança, risco de superespecialização) sob a ótica dos princípios de IA ética (justiça, transparência, responsabilidade, privacidade) e das fontes comuns de viés algorítmico.
- ***Estruturação do artigo:*** Organizar o conteúdo extraído e interpretado, delineando as seções necessárias.
- ***Redação:*** Desenvolver o texto de cada seção, utilizando as informações da dissertação.

O presente artigo, portanto, não relata uma nova pesquisa empírica, mas sim uma análise teórica e interpretativa de um estudo de caso (a dissertação) à luz de um problema contemporâneo crítico na área de IA em governos: o viés algorítmico e a necessidade de IA ética. A abordagem qualitativa da dissertação e sua natureza exploratória facilitam essa análise interpretativa dos desafios e implicações identificadas pelo autor do trabalho original.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dissertação apresentou como resultado principal a proposta e implementação de um modelo híbrido de Sistema de Recomendação (SR) para serviços públicos, validado com uma base de dados de interações reais de cidadãos e serviços. O sistema desenvolvido demonstrou a viabilidade técnica de aplicar tecnologias de personalização em um contexto de governo digital. Além disso, foi proposto um conceito visual para a interface de apresentação das recomendações, buscando torná-las mais atrativas e amigáveis ao cidadão. A análise legal confirmou a possibilidade de uso de dados pessoais para recomendação sob a LGPD, desde que garantida a privacidade individual.

Um resultado crucial da pesquisa, sob a perspectiva deste artigo, foram os desafios identificados para a implementação prática do SR, notadamente a ausência de governança de dados estruturada no governo

e a consequente falta de metadados adequados no portfólio de serviços. A dissertação também apontou o risco de superespecialização da filtragem baseada em conteúdo, que tende a recomendar apenas serviços similares aos que o cidadão já utilizou, e a necessidade de abordagens híbridas para mitigar esse problema e aumentar a "novidade" das recomendações.

Discutindo esses resultados sob a ótica do viés algorítmico e da IA ética, percebe-se que os desafios identificados na dissertação são precisamente as fontes potenciais de viés em SRs aplicados a serviços públicos.

A dependência de dados históricos de interação para o modelo colaborativo significa que o sistema aprenderá e replicará os padrões de acesso existentes. Se o acesso a serviços públicos foi historicamente desigual entre diferentes grupos populacionais (ex.: devido a barreiras de acesso digital, nível de escolaridade, localização geográfica, ou simplesmente desconhecimento da existência do serviço), o modelo de recomendação pode reforçar essas desigualdades.

Vale salientar que grupos que historicamente acessaram menos serviços, ou apenas um subconjunto limitado, podem receber menos recomendações, ou recomendações menos diversas e relevantes para suas reais necessidades (que podem ser diferentes do seu histórico de acesso limitado), enquanto grupos mais engajados digitalmente ou com acesso mais fácil a informações podem receber um fluxo contínuo de recomendações úteis. Isso configura um viés de popularidade ou de acesso histórico que pode prejudicar a inclusão digital e o acesso equitativo a direitos e serviços.

O risco de superespecialização identificado na filtragem baseada em conteúdo, embora mitigado pela abordagem híbrida na dissertação, ainda ilustra o desafio de expor o cidadão a todo o espectro de serviços disponíveis. Se o sistema predominantemente recomenda serviços "similares" com base em metadados, ele pode criar uma "bolha de filtro" que impede o cidadão de descobrir serviços essenciais que não se encaixam em seu perfil de uso passado ou nas características dos serviços que ele já acessou. Para serviços públicos, a serendipidade e a descoberta de novos direitos ou oportunidades (ex.: edital de fomento, programa social, serviço de saúde) podem ser tão importantes quanto encontrar serviços já conhecidos ou esperados.

A falta de governança de dados robusta e a ausência de metadados ricos e padronizados no portfólio de serviços exacerbam os riscos de viés. Sem uma governança clara, é difícil garantir a qualidade e a representatividade dos dados utilizados no treinamento do modelo. Metadados insuficientes ou inadequados limitam a eficácia da filtragem baseada em conteúdo e podem introduzir vieses se as características dos serviços não forem representadas de forma completa e justa para todos os tipos de serviços e áreas governamentais. Uma governança eficaz permitiria monitorar a equidade das recomendações entregues a diferentes segmentos da população e implementar medidas corretivas.

A confirmação da base legal sob a LGPD é um passo fundamental para a implementação ética, pois estabelece um requisito mínimo de privacidade e controle de dados. No entanto, a conformidade com a LGPD, por si só, não garante a ausência de viés ou a justiça algorítmica. É possível ter um sistema perfeitamente legal do ponto de vista da privacidade, mas que entrega recomendações enviesadas devido aos dados de treinamento ou à lógica do algoritmo. A "boa sociedade de IA" mencionada requer princípios éticos que vão além da legalidade, como justiça distributiva, transparência e responsabilidade pelos resultados.

A proposta de um design de interface mais atrativo é importante para a experiência do usuário, mas uma interface ética também deve considerar a transparência. Indicar claramente por que uma recomendação foi feita (ex.: "com base no seu histórico", "serviço popular", "relacionado ao que você procurou") aumenta a confiança do cidadão e permite que ele entenda o processo de personalização.

Em suma, os resultados da dissertação demonstram a promessa dos SRs para mitigar a sobrecarga de informação no governo digital, mas também expõem desafios estruturais (governança de dados, qualidade dos dados, design do portfólio) e inerentes à tecnologia (dependência de histórico, risco de bolhas) que são fontes diretas de potenciais vieses algorítmicos. Superar esses desafios é essencial para construir sistemas de recomendação para serviços públicos que sejam não apenas eficazes, mas também éticos, justos e verdadeiramente inclusivos para todos os cidadãos. A implementação de IA no governo, conforme a dissertação aponta, necessita de planejamento e tratamento cuidadoso dos aspectos éticos e legais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da dissertação sobre a modelagem e implementação de sistemas de recomendação para serviços públicos no governo digital alcançou seu objetivo de propor e desenvolver uma plataforma para conteúdo personalizado, demonstrando a viabilidade técnica e legal (sob a LGPD) dessa abordagem no contexto brasileiro. Ao mesmo tempo, a pesquisa revelou desafios fundamentais, como a ausência de uma governança de dados estabelecida e a carência de metadados ricos no portfólio de serviços governamentais, que limitaram o experimento e a robustez do modelo.

A análise dos achados da dissertação sob a perspectiva do viés algorítmico e da necessidade de IA ética e inclusiva ressalta que os desafios identificados na pesquisa primária têm implicações diretas na justiça e equidade das recomendações entregues aos cidadãos. A dependência de dados históricos de interação e o risco de superespecialização podem perpetuar ou amplificar desigualdades existentes no acesso a serviços públicos digitais, criando "bolhas de filtro" que limitam a descoberta de serviços essenciais por cidadãos menos engajados digitalmente ou pertencentes a grupos de minoria.

Garantir que os sistemas de recomendação em serviços públicos sejam éticos e inclusivos exige uma abordagem proativa que vá além da mera conformidade legal com a privacidade (LGPD). É crucial investir na estruturação de uma governança de dados robusta, que inclua diretrizes claras para a coleta, tratamento, uso e monitoramento de dados, visando garantir sua qualidade, representatividade e ausência de viés inerente. O desenvolvimento de um portfólio de serviços detalhado e com metadados ricos é igualmente essencial para sustentar modelos de recomendação mais precisos e menos suscetíveis a vieses baseados apenas no histórico de uso.

Além disso, é fundamental que o design dos algoritmos e das interfaces de recomendação considere explicitamente a mitigação de viés e a promoção da equidade. Isso pode envolver o uso de métricas de avaliação de desempenho que considerem a justiça e a diversidade das recomendações entre diferentes grupos de usuários, a implementação de técnicas algorítmicas para detectar e corrigir vieses, e o desenvolvimento de

interfaces transparentes que expliquem aos cidadãos por que um determinado serviço está sendo recomendado. A inclusão deve ser um princípio central, garantindo que o sistema não apenas personalize o acesso para usuários já engajados, mas também crie mecanismos para alcançar e empoderar cidadãos com menor literacia digital ou histórico limitado de interação com o governo online.

As contribuições da dissertação, especialmente no que tange à identificação dos desafios de dados e governança, servem como um ponto de partida valioso para a discussão sobre IA ética em governos. Trabalhos futuros devem se concentrar em desenvolver e testar metodologias e ferramentas específicas para avaliar e mitigar vieses em sistemas de recomendação de serviços públicos, explorando como diferentes abordagens de dados e algoritmos impactam a equidade e a inclusão. A colaboração entre tecnólogos, gestores públicos, cientistas sociais e juristas será essencial para construir sistemas de IA no governo que sejam não apenas eficientes, mas também justos, transparentes e verdadeiramente a serviço de todos os cidadãos.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Sandro Luís Brandão. **Modelagem e implementação de sistemas de recomendação de serviços públicos:** personalizando o governo digital para o cidadão do Estado de Mato Grosso. 2021. 380 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

CATH, C. *et al.* Artificial Intelligence and the 'Good Society': the US, EU, and UK approach. **Science and Engineering Ethics**, [s. l.], 28 mar. 2017.

GUO, X.; LU, J. Intelligent e-government services with personalized recommendation techniques. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 22, n. 5, p. 401-417, maio 2007.

HERNANDO, A. *et al.* A probabilistic model for recommending to new cold-start nonregistered users. **Information Sciences**, v. 376, p. 216-232, jan. 2017.

MEHR, H. **Artificial Intelligence for Citizen Services and Government**. [S. l.]: [s. n.], 2017.

RICCI, F. *et al.* (ed.). **Recommender Systems Handbook**. Boston, MA: Springer US, 2015.

WIRTZ, B. W.; MÜLLER, W. M. An integrated artificial intelligence framework for public management. **Public Management Review**, v. 21, n. 7, p. 1076-1100, 3 jul. 2019.

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E CIDADANIA NA ERA DIGITAL: O PAPEL DA EDUCAÇÃO NA UTILIZAÇÃO CRÍTICA DAS TECNOLOGIAS DE TRANSPARÊNCIA NO GOVERNO DE MATO GROSSO

Sandro Luís Brandão Campos
Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (Seplag/MT)
sandrocampos@seplag.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/0246214616633266
Maria Tereza Wichocki Monteiro
Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (Seplag/MT)
mariamonteiro@seplag.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/6966532020636796

Resumo: Este artigo explora a iniciativa Avalia Gov.MT no estado de Mato Grosso como um estudo de caso sobre a aplicação de tecnologias, como painéis gerenciais e Inteligência Artificial (IA) na forma de chatbot, para aprimorar a transparência e a gestão da avaliação de políticas públicas, consolidada no Relatório Anual de Gestão (RAG). Por meio de estudo exploratório baseado em análise documental e de conteúdo do projeto, demonstra-se a evolução do processo avaliativo em MT e a situação-problema relacionada à complexidade e inacessibilidade das informações contidas no RAG para gestores e cidadãos. Apresenta-se o Avalia Gov.MT como a prática inovadora implementada para tornar o conteúdo do RAG mais acessível, compreensível e útil. Argumenta-se que, embora a tecnologia forneça as ferramentas para a transparência e a participação, a formação de cidadãos capazes de utilizar essas ferramentas de forma crítica, interpretando dados complexos e formulando perguntas relevantes, é essencial para a efetivação da governança aberta e da fiscalização social. O artigo reforça a necessidade de ferramentas que simplifiquem o acesso e a compreensão e como potencial para um engajamento cidadão mais informado, ressaltando o papel da educação no desenvolvimento dessa capacidade analítica e crítica.
Palavras-chave: Políticas públicas. Avaliação. Transparência. Inteligência Artificial. Cidadania. Educação.

Abstract: *This article explores the Avalia Gov.MT initiative in the state of Mato Grosso as a case study on the application of technologies, such as management dashboards and Artificial Intelligence (AI) in the form of a chatbot, to enhance transparency and the management of public policy evaluation, consolidated in the Annual Management Report (RAG). Through an exploratory study based on document and content analysis of the project, the paper demonstrates the evolution of the evaluation process in Mato Grosso and highlights the problem-situation related to the complexity and inaccessibility of the RAG's information for both managers and citizens. Avalia Gov.MT is presented as the innovative practice implemented to make the content of the RAG more accessible, unders-*

tandable, and useful. The article argues that, although technology provides tools for transparency and participation, the development of citizens capable of using these tools critically, interpreting complex data and formulating relevant questions, is essential to the realization of open governance and social oversight. The article reinforces the need for tools that simplify access and understanding, to foster more informed civic engagement, emphasizing the role of education in building such an analytical and critical capacity.
Keywords: *Public Policy. Evaluation. Transparency. Artificial Intelligence. Citizenship. Education.*

INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea enfrenta problemas sociais complexos, exigindo que o Estado seja cada vez mais eficiente, flexível, democrático e efetivo. Nesse contexto, as políticas públicas (PPs), entendidas como arranjos institucionais complexos e conjuntos de regras e normas utilizados pelo governo para alcançar objetivos, demandam planejamento como elemento essencial para o bom desempenho governamental, direcionando recursos e proporcionando transparência. A avaliação das PPs é uma etapa fundamental do ciclo, crucial para entender o impacto das ações realizadas e guiar a tomada de decisão, seja para idealizar, aprimorar ou descontinuar PPs existentes.

No estado de Mato Grosso, o planejamento governamental é estruturado no Plano Plurianual (PPA), desdobrado no Plano de Trabalho Anual (PTA) operacionalizado via Lei Orçamentária Anual (LOA). A avaliação anual dos programas e ações é consolidada no Relatório Anual de Gestão (RAG) (Mato Grosso, 2025). O RAG (RAG, 2024) é um instrumento de avaliação executiva, utilizado como base para a análise da prestação de contas do governo pelo Tribunal de Contas do Estado (TCE-MT) e para a demonstração dos resultados do governo. O RAG compõe a prestação de contas anual desde 2007 e tem se demonstrado um importante instrumento de transparência e controle social.

Apesar de sua importância legal e para a prestação de contas, o RAG em MT apresentava uma situação-problema significativa: sua complexidade e extensão (mais de 3.400 páginas) o tornavam um documento técnico de difícil acesso e compreensão, utilizado tradicionalmente apenas para prestação de contas ao Legislativo e pouco acessível a gestores e,

especialmente, aos cidadãos. Essa inacessibilidade dificultava o uso estratégico das informações para aprimorar a gestão e limitava a promoção da transparência e participação popular. O próprio TCE-MT recomendava a melhoria dos instrumentos de planejamento do Governo.

Diante desse desafio, a iniciativa Avalia Gov.MT (Seplag, 2024) surgiu como uma prática pública inovadora para modernizar o acesso aos dados da avaliação das PPs de MT. Essa plataforma digital integrada utiliza tecnologia e inteligência artificial para tornar o conteúdo do RAG mais acessível, compreensível e útil para a sociedade, gestores e órgãos de controle. A materialização da prática se dá em um portal unificado que integra painéis gerenciais interativos para visualização de dados e um chatbot com IA para respostas instantâneas.

Contudo, a simples disponibilização de ferramentas tecnológicas, por mais inovadoras que sejam, não garante por si só a efetivação da transparência e da participação social. Para que o cidadão possa exercer seu papel de fiscalizador e protagonista no ciclo das PPs, é crucial que ele possua os "conhecimentos e ferramentas" necessários para utilizar essas plataformas de forma crítica, compreendendo a linguagem, interpretando os dados apresentados e formulando questões relevantes sobre as ações governamentais.

Assim, este artigo tem como objetivo demonstrar e discutir, por meio da análise da prática Avalia Gov.MT, que apresenta a importância da avaliação de Políticas Públicas em MT como ferramenta de gestão e transparência, como a eficácia dessas ferramentas digitais de transparência está intrinsecamente ligada ao papel da educação na formação de cidadãos digitalmente alfabetizados e criticamente engajados com as informações públicas disponibilizadas por meio de tecnologias como a IA.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 A evolução da gestão pública: avaliação e transparência em políticas públicas

A reestruturação da administração pública a partir da década de 70, impulsionada pela Nova Administração Pública (NAP), buscou uma

gestão mais flexível, menos burocrática e orientada a resultados (Paula, 2005). Esse movimento estimulou a incorporação de conceitos e ferramentas da iniciativa privada, buscando eficiência. Dentro desse escopo, a prática da avaliação dos programas de governo é reconhecida como um dos pilares da governança e primordial para a apuração de resultados, verificando se os problemas que motivaram as PPs estão sendo mitigados.

Em paralelo à busca por eficiência e resultados, emergiu o conceito de Governo Aberto. Segundo a OCDE (2016), Governo Aberto é uma cultura de governança que promove os princípios de transparência, integridade, controle e participação das partes interessadas. A participação, como princípio de Governo Aberto, demanda a criação de canais de interação que favoreçam o protagonismo e o envolvimento dos cidadãos nas decisões políticas e no ciclo de PPs. A transparência, por sua vez, deve ser praticada para informar e garantir a inclusão de cidadãos e outros atores não governamentais.

O ciclo de Políticas Públicas é frequentemente apresentado em etapas, facilitando seu entendimento e execução. A avaliação representa o fechamento do ciclo, com o propósito de guiar a tomada de decisão. A Avaliação Executiva é considerada uma porta de entrada para outros tipos de avaliação. Em MT, a avaliação consolidada no RAG se enquadra como Avaliação Executiva. Embora as avaliações de PPs no Brasil sejam por vezes inconclusivas e irrelevantes, gerando certo desencanto, a avaliação, além de contribuir para a prestação de contas, deve clarificar resultados para a sociedade e servir como ferramenta de gestão, encarada não apenas como julgamento, mas como aprimoramento das PPs.

1.2 Políticas públicas, planejamento e avaliação em Mato Grosso

No estado de Mato Grosso, o planejamento governamental é uma atividade essencial. O Plano Plurianual (PPA) é o instrumento de planejamento de médio prazo (4 anos), definindo diretrizes, objetivos e metas. O PPA orienta a formulação e execução de outros instrumentos como a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). Em MT, o PPA é instrumentalizado pelo Plano de Traba-

lho Anual (PTA), no qual as entregas e metas são detalhadas e mensuradas (Mato Grosso, 2025).

A avaliação do planejamento em MT ocorre anualmente por meio do Relatório da Ação Governamental (RAG), avaliando programas e ações operacionalizados no PTA/LOA. O RAG é uma avaliação de desempenho que apresenta os resultados alcançados no exercício financeiro, compondo a prestação de contas para os órgãos de controle. A Secretaria de Planejamento e Gestão de Mato Grosso (Seplag-MT[1]) coordena todo o processo do RAG. O RAG também serve como insumo para a avaliação do PPA pelo TCE-MT e deve ser utilizado para a revisão do planejamento e formulação de novas PPs.

Cabe destacar que o processo avaliativo em MT evoluiu ao longo do tempo. Inicialmente, de 2004 a 2019, os responsáveis respondiam a questões abertas no RAG, passando a uma mescla de perguntas abertas e fechadas a partir de 2020. Essa mudança metodológica buscou produzir insumos para uma avaliação mais robusta. O processo sempre foi sistematizado, utilizando sistemas informatizados como o Fiplan [2](2007-2019) e, mais recentemente, o Monitora (a partir de 2020), respaldado pela Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO 2020[3], é essencial para a gestão do ciclo de avaliação e foi premiado por boas práticas. Essa evolução demonstra o aprimoramento contínuo dos sistemas e metodologia de avaliação em MT.

1.3 A situação-problema: a inacessibilidade do RAG

Apesar da institucionalização e do aprimoramento do processo avaliativo, a informação consolidada no RAG enfrentava um desafio crucial: sua acessibilidade e compreensibilidade. O RAG, com seu volume extenso de dados (mais de 3.400 páginas avaliando 48 programas, +460 ações, +210 indicadores e +650 produtos), é um documento técnico que era tradicionalmente utilizado primariamente para prestação de contas formais.

---

1 Disponível em: www.seplag.mt.gov.br.

2 Instituído pelo Decreto Estadual nº 1.374, de 03/06/2008, como o sistema oficial de contabilidade, planejamento, orçamento e finanças de MT, de uso obrigatório para todos os órgãos e entidades da Administração Direta e Indireta, inclusive Empresas Públicas, Sociedades de Economia Mista, Autarquias, Fundos Especiais e Fundações.

3 Lei nº 10.986, de 05/11/2019, art. 37, §2º.

Para gestores públicos, o volume e formato do RAG (documento extenso) podem dificultar o uso estratégico das informações para a tomada de decisão gerencial rápida e baseada em dados. A busca manual de informações era lenta e burocrática. Para a sociedade civil (cidadãos, jornalistas, pesquisadores), o acesso se propõe ainda mais limitado, exigindo consultas a sistemas internos restritos a servidores autorizados ou processos formais demorados (ouvidoria, ofício). Sugere-se que isso gerava um afastamento da sociedade civil dos resultados do monitoramento e avaliação. A complexidade e a linguagem técnica do relatório podem dificultar o pleno entendimento por parte de qualquer cidadão. Essa situação entendemos que limita o potencial do RAG como instrumento de transparência e participação social.

1.4 A prática inovadora: Avalia Gov.MT

Em resposta à situação-problema, o Governo de MT implementou o Avalia Gov.MT, uma prática pública inovadora que se materializa em uma plataforma digital integrada. O objetivo é modernizar o acesso aos dados da avaliação das PPs e tornar o conteúdo do RAG mais acessível, compreensível e útil.

A plataforma é um portal unificado de avaliação que centraliza as informações do RAG, eliminando a necessidade de consultar documentos extensos e complexos. Ele integra dois componentes principais:

- ***Painéis Gerenciais Interativos:*** apresentam os resultados da avaliação das PPs de forma visual e intuitiva. Utilizam visualização de dados e gráficos para mostrar o desempenho dos programas e ações. Isso permite que gestores e cidadãos analisem indicadores e dados de forma rápida e objetiva, facilitando a tomada de decisão. Os painéis transformam as informações que antes eram apenas organizadas em tabelas extensas em formatos gráficos de fácil entendimento.
- ***Chatbot com Inteligência Artificial:*** oferece respostas instantâneas a dúvidas sobre as PPs, reduzindo a burocracia e facilitando o acesso à informação. O chatbot foi projetado para simular conversas com usuários humanos, tratando o conjunto de dados do RAG para traduzi-lo num formato mais humanizado e amigável para a sociedade. A escolha pelo chatbot se deu pela possibilidade de resposta instantânea esperada

pelo cidadão. Ele utiliza técnicas de inteligência artificial como Processamento de Linguagem Natural (PLN) para entender a linguagem do usuário e Aprendizado de Máquina (*Machine Learning* - ML) para adquirir conhecimento e melhorar a experiência do usuário. O chatbot pode responder a questões diretas sobre PPs por secretaria ou órgão, e ter interações mais inteligentes à medida que o usuário se aprofunda, sintetizando conteúdo técnico em linguagem simples.

O Avalia Gov.MT transforma um relatório técnico e pouco explorado em uma ferramenta estratégica e interativa. Essa iniciativa redefiniu o processo de avaliação em MT, produzindo um novo modelo de arquitetura referencial. A mudança de acesso, que antes levava dias, agora permite respostas instantâneas. Isso aumenta a agilidade na tomada de decisões e possibilita o aprimoramento das PPs com informações atualizadas e de fácil compreensão.

A utilização de tecnologias e ferramentas preexistentes no governo reduziu custos de desenvolvimento. Mais do que uma melhoria operacional, representa um avanço estratégico no investimento em transparência e empoderamento, oferecendo novas ferramentas para a gestão e o cidadão. A prática é considerada a primeira solução de IA ativa aplicada diretamente pelo governo de MT e já inspirou a replicação para outros instrumentos de planejamento.

1.5 O papel da educação e da capacidade cidadã na era da transparência digital

A iniciativa Avalia Gov.MT busca promover maior transparência e participação popular ao tornar o conteúdo mais acessível ao cidadão. Transforma o RAG em uma ferramenta que qualifica a tomada de decisão e amplia a participação social. Ao tornar a informação disponível, o cidadão não apenas ganha tempo, mas conquista o direito de usá-lo da melhor forma possível. A prática investe em transparência e empoderamento, transformando a relação entre governo e sociedade e promovendo mais eficiência, transparência e participação cidadã.

Contudo, o sucesso em potencializar resultados e fortalecer a governança pública e em transformar a relação entre governo e sociedade

depende da capacidade da sociedade em utilizar efetivamente as ferramentas disponibilizadas. O documento de origem explicitamente menciona que é dever do Estado dotar o cidadão de conhecimentos e ferramentas que lhe permitam fiscalizá-lo. O Avalia Gov.MT fornece as ferramentas (painéis, chatbot). A capacidade de fiscalizar, no entanto, requer também os conhecimentos.

A análise de dados complexos, mesmo quando simplificados por ferramentas de visualização (painéis) ou interrogação em linguagem natural (chatbot), demanda uma "capacidade analítica frente ao volume e complexidade dos dados". Essa capacidade não é inata; ela é desenvolvida por meio de processos educativos. A educação, em suas diversas formas (formal, informal, continuada, cívica, digital), desempenha um papel crucial em:

- ***Desenvolvimento da alfabetização digital:*** para que o cidadão acesse e navegue em plataformas digitais como o Portal Avalia Gov.MT, é fundamental que ele possua as habilidades básicas de uso de tecnologias digitais.
- ***Compreensão da linguagem pública e da metodologia de avaliação:*** embora o chatbot busque traduzir o conteúdo técnico para linguagem simples, a compreensão aprofundada das PPs, seus objetivos, indicadores e metodologias de avaliação (como a avaliação executiva do RAG) permite ao cidadão formular perguntas mais precisas e interpretar as respostas de forma mais qualificada. A educação cívica, que aborda o funcionamento do Estado e dos processos governamentais, é essencial nesse ponto.
- ***Capacidade de análise crítica:*** a visualização de dados em painéis ou respostas sintetizadas por um chatbot são representações da realidade. A interpretação crítica desses dados exige a capacidade de contextualizá-los, identificar possíveis vieses, cruzar informações e avaliar a relevância dos resultados. A educação fomenta o pensamento crítico necessário para ir além da superfície da informação disponibilizada.
- ***Formulação de demandas e perguntas qualificadas:*** a competência em transformar uma necessidade de informação em uma pergunta clara que a ferramenta (chatbot) possa processar e de saber quais informações buscar (painéis) é um reflexo da capacidade de compreensão e análise do cidadão. A educação capacita o cidadão a demandar informações relevantes e a participar ativamente do diálogo governo-sociedade.

O afastamento da sociedade civil dos dados de avaliação pode ser interpretado não apenas como falta de interesse, mas também como uma barreira de acesso e compreensão, que a tecnologia (Avalia Gov. MT) visa mitigar. No entanto, essa mitigação é otimizada quando o cidadão está preparado para utilizar a ferramenta. A iniciativa de treinar o modelo de ML do chatbot para responder ao maior número possível e variado de perguntas reconhece a diversidade de indagações que podem surgir, mas a qualidade da interação e do engajamento dependerá, em última instância, da capacidade do cidadão de interrogar e interpretar criticamente.

Portanto, o sucesso pleno do Avalia Gov.MT como ferramenta de transparência e participação social não reside apenas na sofisticação tecnológica (IA, painéis), mas na combinação dessa tecnologia com a capacidade da sociedade de utilizá-la de forma informada e crítica. O investimento em tecnologias avançadas e num ciclo educativo é igualmente vital para fortalecer o planejamento e a transparência, permitindo a extração de insights valiosos e a participação social. A educação pode capacitar o cidadão a ser um protagonista no processo.

2. METODOLOGIA

O presente artigo baseia-se na análise e síntese de informações extraídas do projeto Avalia Gov.MT. A abordagem utilizada é qualitativa, com objetivo exploratório, buscando compreender o contexto da avaliação de PPs em MT, a implementação da prática Avalia Gov.MT e seu potencial para transparência e participação, com foco especial na integração do tema da educação para o uso crítico das tecnologias.

A partir dessa análise, foi realizada uma síntese para construir a narrativa do artigo, articulando a descrição da prática Avalia Gov.MT com a discussão sobre a importância da educação para a capacitação do cidadão em utilizar criticamente as ferramentas tecnológicas de transparência e participar dos processos de avaliação das PPs. As sugestões de perguntas do chatbot e a disponibilização de painéis gerenciais foram tratadas como evidências da demanda por informações específicas, que só podem ser plenamente aproveitadas por um cidadão capacitado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto solidifica a visão de que o Governo de Mato Grosso possui um processo de avaliação de políticas públicas consolidado no RAG, com base legal e evolução metodológica e de ferramentas ao longo dos anos. No entanto, a complexidade e o volume do RAG limitavam seu potencial como ferramenta de gestão e transparência ativa para além da prestação de contas formal. A distância da sociedade civil em relação aos dados de monitoramento e avaliação representava uma barreira à governança aberta e à participação.

A prática Avalia Gov.MT, ao criar um portal unificado, painéis gerenciais interativos e um chatbot com IA, aborda diretamente essa situação-problema. Os painéis fornecem uma visualização estratégica e intuitiva do desempenho de programas e ações, facilitando a análise e a tomada de decisão para gestores. O chatbot, utilizando PLN e ML, traduz a complexidade do RAG para uma linguagem mais simples e permite interações em linguagem natural, democratizando o acesso à informação e reduzindo a burocracia para o cidadão.

A exploração do projeto indica uma percepção positiva das novas ferramentas, reconhecendo seu potencial para clareza, facilidade de acesso e melhoria do trabalho (para gestores). Acreditam que o chatbot pode tornar as informações mais acessíveis ao cidadão. Isso corrobora a tese central da prática: a tecnologia pode, de fato, facilitar o acesso e a compreensão de informações complexas.

A discussão se aprofunda ao considerar que a capacidade analítica ante o volume e complexidade dos dados é vital nesta era digital. O investimento em tecnologias avançadas e num ciclo educativo são colocados lado a lado como necessários para fortalecer o planejamento e a transparência e permitir a participação social. As sugestões de perguntas e painéis não são apenas um *feedback* sobre as ferramentas, mas um espelho das demandas informacionais de um público que busca ir além da superfície. Perguntas sobre desempenho de ações específicas, resultados em indicadores complexos (saúde, segurança), execução orçamentária, e mesmo questões conceituais sobre o RAG demonstram que há um público potencial interessado em engajar-se de forma informada.

A eficácia do Avalia Gov.MT dependerá não apenas da contínua melhoria da IA (treinar o modelo para responder a mais perguntas variadas) e da interface (ajustes nos painéis e chatbot), mas também da capacidade dos cidadãos de:

- Formular as perguntas relevantes que o chatbot possa entender e responder.
- Navegar nos painéis e interpretar os gráficos e indicadores apresentados.
- Contextualizar os resultados obtidos, evitando interpretações equivocadas.
- Utilizar as informações acessadas para fiscalizar, demandar melhorias e participar efetivamente do ciclo das PPs.

Importa destacar que a educação, em um sentido amplo que inclui alfabetização digital e cívica, é o pilar que sustenta essa capacidade. Ao dotar o cidadão de conhecimentos, a educação permite que ele aproveite ao máximo as ferramentas oferecidas pelo governo digital, transformando a transparência passiva (dados disponíveis) em transparência ativa e participação qualificada (dados utilizados para o engajamento cívico). O afastamento da sociedade civil pode ser reduzido não só pela facilidade de acesso (via Avalia Gov.MT), mas pela capacitação para o uso crítico desse acesso.

A prática do Avalia Gov.MT em MT se alinha aos princípios de Governo Aberto, promovendo transparência e participação. No entanto, a plena realização do potencial transformador da prática depende do desenvolvimento da capacidade cidadã de utilizar essas ferramentas. A inovação tecnológica deve caminhar lado a lado com a capacitação social para garantir que o cidadão possa, de fato, exercer o direito de usar a informação disponível para fiscalizar ações governamentais, cobrar melhorias e tomar decisões mais informadas.

3.1 O papel da educação na formação de cidadãos críticos sobre o uso de tecnologias (IA) e os mecanismos de aproximação

O projeto foca primariamente na oferta de ferramentas tecnológicas (painéis, chatbot com IA, portal) para tornar as informações acessíveis e

compreensíveis, superando a barreira da complexidade do relatório técnico. O objetivo principal dessas ferramentas é a facilitação do acesso e a simplificação da informação para o cidadão.

Há uma oportunidade de expansão do projeto considerando o papel da educação formal (escolas, universidades) na formação de cidadãos críticos sobre como avaliar informações fornecidas por tecnologias ou como funciona a IA para interpretar suas respostas de forma crítica. O foco está em usar a tecnologia para facilitar o acesso e simplificar a linguagem. No entanto, percebem-se insights importantes que exploram a necessidade de um cidadão capaz de entender a informação apresentada pelas ferramentas, como:

- Contextualizar os resultados nos painéis, pois resultados podem ser facilmente mal interpretados pela população se não forem adequadamente contextualizados, levando a conclusões equivocadas. Isso sugere que apenas apresentar dados de forma visual ou simplificada pela IA não é suficiente; é preciso que o cidadão tenha a capacidade de interpretar esses dados no contexto correto.
- Linguagem simples, clara e objetiva nos painéis, além do tipo de painel. A sugestão para cursos de "Linguagem simples" foca em como o governo comunica, mas reforça a importância da clareza para a compreensão.

A formação de cidadãos críticos sobre o uso de tecnologias, especialmente IA, vai além da simples disponibilização de ferramentas. Requer a capacidade de:

- Compreender como a informação foi gerada e processada (no caso do chatbot, entender que ele processa dados do RAG e utiliza técnicas de aprendizado de máquina).
- Analisar o RAG e suas limitações (o RAG é uma avaliação executiva feita pelos próprios responsáveis, baseada em um conjunto específico de perguntas).
- Interpretar dados visualizados em painéis, compreendendo gráficos, indicadores e sua contextualização.
- Avaliar as respostas fornecidas pela IA, reconhecendo que ela sintetiza e traduz dados, mas pode ter limitações (como não entender algumas perguntas).

Nesse contexto, entendemos que essa capacidade de análise crítica e interpretação informada é onde a educação, em um sentido mais amplo, desempenha um papel fundamental.

3.2 Mecanismos de viabilização para aproximação do cidadão e fomento à análise crítica

Baseando-se nos desafios identificados (afastamento do cidadão, complexidade do RAG) e nas ferramentas propostas (portal, painéis, chatbot) que visam facilitar o acesso e a compreensão, propomos mecanismos adicionais para aproximar o cidadão e fomentar o uso crítico das informações, indo além da mera disponibilização das ferramentas. Estes mecanismos se baseiam nos temas de transparência, participação e engajamento presentes no projeto:

- ***Conteúdo educacional no portal Avalia Gov.MT:*** o Portal poderia incluir seções dedicadas a explicar:
  - ✓ O que são políticas públicas e seu ciclo (incluindo a avaliação).
  - ✓ Como funciona o RAG (explicando sua finalidade, quem participa, a metodologia).
  - ✓ Como usar o portal, painéis e chatbot de forma eficaz.
  - ✓ Como interpretar os dados e indicadores apresentados, talvez com exemplos práticos ou glossários.
  - ✓ Uma introdução básica sobre como as tecnologias usadas (IA, visualização de dados) funcionam em alto nível, para que o cidadão entenda que está interagindo com um sistema baseado em dados e algoritmos, e não com uma pessoa ou uma verdade absoluta. Isso ajuda a construir uma compreensão crítica sobre a natureza da informação digital.
- ***Workshops e capacitações para a sociedade civil:*** similarmente a treinamentos oferecidos aos servidores, o governo poderia realizar (presencial ou online) sessões para grupos específicos da sociedade civil, como:
  - ✓ Jornalistas e pesquisadores: foco no acesso a dados brutos (quando apropriado e possível), uso avançado dos painéis, e compreensão da metodologia do RAG para reportagens e estudos aprofundados.

✓ Líderes comunitários e representantes de entidades: foco no uso prático do chatbot e painéis para entender as políticas que impactam suas comunidades, como buscar informações relevantes e como usar esses dados para participação popular.

✓ Estudantes (nível médio/superior): foco na importância da participação cidadã, no ciclo de políticas públicas e no uso de ferramentas digitais para acompanhamento governamental, incentivando o uso dos dados para trabalhos acadêmicos.

- ***Canais de* feedback *cidadão específicos:*** criar um canal formal e visível no Portal para que cidadãos possam enviar sugestões de perguntas para o chatbot, solicitar novos painéis, ou fornecer *feedback* sobre a clareza e utilidade das ferramentas. Isso não só aprimora as ferramentas, mas também engaja o cidadão, tornando-o parte do processo de melhoria.
- ***Parcerias estratégicas:*** estabelecer parcerias com universidades, escolas, ONGs e meios de comunicação para:

✓ Desenvolver conjuntamente materiais educativos sobre políticas públicas, avaliação e uso crítico de dados/tecnologia.

✓ Promover o uso das ferramentas Avalia Gov.MT em projetos educacionais ou de jornalismo de dados.

✓ Realizar eventos públicos para discutir os resultados do RAG utilizando as novas ferramentas, facilitando o diálogo entre governo e sociedade.

- ***Campanhas de comunicação simplificada:*** utilizar a linguagem simples em campanhas de comunicação mais amplas, explicando o que é o RAG, o que são as políticas públicas e como as novas ferramentas podem ajudar o cidadão a acessá-las e entendê-las.

Em suma, embora o projeto forneça uma base sólida sobre as ferramentas tecnológicas implementadas para tornar a avaliação de políticas públicas mais acessível e transparente via IA e painéis, há a oportunidade de melhoria em estruturar o papel da educação formal na formação de cidadãos críticos sobre o uso dessas tecnologias. No entanto, ao identificar o desafio do afastamento do cidadão e propor ferramentas de democratização da informação, o projeto cria a base material para que essa participação ocorra. O fomento à capacidade crítica do cidadão

para usar e interpretar as informações fornecidas por essas ferramentas (especialmente a IA, que traduz e sintetiza) seria um passo complementar importante.

Os mecanismos propostos acima, baseados nos temas de engajamento e transparência do projeto, podem ajudar a aproximar o cidadão das ferramentas e muni-lo com o conhecimento necessário para uma interação mais crítica e informada, alinhando-se ao objetivo de promover maior transparência e participação popular ao tornar o conteúdo mais acessível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de políticas públicas é fundamental para a gestão e transparência governamental. No governo de Mato Grosso, o Relatório Anual de Gestão (RAG) é o instrumento que consolida essa avaliação executiva. Historicamente, o RAG, apesar de sua importância para a prestação de contas, apresentava barreiras de complexidade e acessibilidade para gestores e cidadãos.

A iniciativa inovadora Avalia Gov.MT, ao integrar um portal, painéis gerenciais e um chatbot com inteligência artificial, demonstrou o potencial da tecnologia para superar essas barreiras, tornando o conteúdo do RAG mais acessível, compreensível e útil. Essa prática representa um avanço significativo na modernização da gestão pública e na promoção da transparência em MT.

No entanto, a análise aprofundada, baseada na avaliação do projeto, ressalta que a efetividade da transparência e da participação social na era digital depende não apenas da disponibilização de ferramentas tecnológicas avançadas, mas crucialmente da capacidade dos cidadãos em utilizá-las de forma crítica e informada. O distanciamento da sociedade civil dos dados públicos indica que a facilidade de acesso via plataformas digitais deve ser acompanhada por esforços contínuos em ciclos educativos que desenvolvam a alfabetização digital, a compreensão cívica e a capacidade analítica e crítica necessárias para interpretar dados complexos e engajar-se de forma qualificada.

Nessa perspectiva, o Avalia Gov.MT fornece as ferramentas; a educação fornece os conhecimentos. A combinação sinérgica entre inovação tecnológica e capacitação cidadã é essencial para transformar a transparência em empoderamento real e fortalecer a governança orientada a resultados e a participação popular.

Trabalhos futuros podem focar na avaliação do impacto real do Avalia Gov.MT no engajamento cidadão e na tomada de decisão baseada em dados, bem como na implementação de programas de capacitação direcionados à população para o uso crítico dessas ferramentas digitais, garantindo que a inovação tecnológica cumpra integralmente seu potencial democrático.

REFERÊNCIAS

MATO GROSSO. **Manual Técnico de Planejamento e Orçamento (MTPO) 2025**. [S. l.: s. n.], 2025. Disponível em: https://seplag.mt.gov.br/images/files/responsive/Planejamento/2025PTA_2025/MTPO_2025.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

OECD. **Open Government:** The Global Context and the Way Forward. [S. l.]: OECD Publishing, 2016. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/governance/open-government_9789264268104-en. Acesso em: 27 abr. 2025.

PAULA, Ana Paula Paes de. **Por uma nova gestão pública:** limites e potencialidades da experiência contemporânea. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

RAG. **Relatório Anual de Gestão 2024**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: https://seplag.mt.gov.br/images/files/responsive/Planejamento/2024/RAG_/RAG_2024_assinado_CASACIVIL-DEC202500095A_compressed_1.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

SEPLAG. **Portal de Avaliação de Políticas Públicas - Avalia Gov.MT**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: https://sites.google.com/seplag.mt.gov.br/avaliagovmt/. Acesso em: 27 abr. 2025.

A UTILIZAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL

Thamires Silva Martins
Universidade de São Paulo (USP)
thamiresmartinsms@outlook.com - http://lattes.cnpq.br/7422474565097183
Moisés de Moura Andrade
Faculdades Londrina
assess.juridica.imobiliaria@gmail.com - https://lattes.cnpq.br/6188681545521763
Wallace Silva Bismark
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
wallacebismark@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/4119834777860360

Resumo: Este artigo apura o potencial da visão computacional como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. Com o avanço das tecnologias assistivas, novas possibilidades têm emergido para promover a inclusão e a personalização do ensino, especialmente para estudantes que enfrentam desafios cognitivos. A pesquisa tem como objetivo analisar como sistemas baseados em visão computacional podem ser aplicados em ambientes educacionais, identificando benefícios, limitações e boas práticas. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica e exploratória, complementada com estudos de caso envolvendo o uso de softwares que utilizam reconhecimento de imagem, rastreamento de movimento e interação por gestos. Os resultados indicam que a visão computacional pode contribuir significativamente para o engajamento, a autonomia e o desenvolvimento cognitivo desses alunos, desde que seja acompanhada por estratégias pedagógicas adequadas, suporte técnico e políticas públicas. Conclui-se que a integração entre tecnologia, inteligência artificial e educação especial requer uma abordagem interdisciplinar, envolvendo educadores, desenvolvedores e especialistas em inclusão, para garantir a eficácia e a acessibilidade das soluções propostas.
Palavras-chave: Aprendizagem mediada por tecnologia. Deficiência intelectual. Educação inclusiva. Tecnologias assistivas. Visão computacional.

Abstract: *This article examines the potential of computer vision as a tool to support the teaching-learning process of students with intellectual disabilities. With the advancement of assistive technologies, new possibilities have emerged to promote inclusion and personalized teaching, especially for students who face cognitive challenges. The research aims to analyze how systems based on computer vision can be applied in educational environments, identifying benefits, limitations, and good practices. To this end, an exploratory bibliographic review was carried out, complemented by case studies involving the use of software that uses image recognition, movement tracking, and gesture interaction. The results*

indicate that computer vision can significantly contribute to the engagement, autonomy, and cognitive development of these students, as long as it is accompanied by appropriate pedagogical strategies, technical support, and public policies. It is concluded that the integration of technology, artificial intelligence, and special education requires an interdisciplinary approach, involving educators, developers, and inclusion specialists, to ensure the effectiveness and accessibility of the proposed solutions.
Keywords: *Technology-mediated learning. Intellectual disability. Inclusive education. Assistive technologies and Computer vision.*

INTRODUÇÃO

A educação inclusiva vem demandando, nas últimas décadas, o desenvolvimento e a implementação de tecnologias que promovam a aprendizagem significativa para todos, especialmente para alunos com deficiência intelectual. Nesse contexto, a utilização de recursos tecnológicos, como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), figura como importante ferramenta de mediação pedagógica e apoio ao processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a superação de barreiras e para a promoção da inclusão escolar. Entre as inovações tecnológicas, a visão computacional[1] desponta como um campo emergente e promissor.

Trata-se de um ramo da inteligência artificial que permite a computadores interpretar e processar imagens do mundo real, possibilitando desde o reconhecimento de objetos até a análise de expressões faciais. Essa tecnologia suscita novas possibilidades no campo educacional, especialmente quanto à adaptação de conteúdos e à personalização do ensino para alunos com deficiência intelectual, como a NeuronUp[2] já vem fazendo há alguns anos, e softwares educativos baseados em visão computacional podem favorecer tanto o engajamento quanto o desenvolvimento cognitivo desses alunos, ao ofertar interações mais dinâmicas, multissensoriais e adaptadas às necessidades individuais, como no caso do IncluIF[3].

[1] Visão computacional: campo interdisciplinar da ciência da computação que se dedica ao desenvolvimento de métodos e sistemas capazes de adquirir, processar, analisar e compreender imagens e vídeos do mundo real, de modo semelhante à visão humana, com a utilização de algoritmos e modelos matemáticos.

[2] NeuronUp: plataforma virtual destinada a profissionais da saúde que visa à reabilitação e estimulação cognitiva dos pacientes.

[3] IncluIF: Projeto de extensão realizado em parceria com a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) e Instituto Federal de São Paulo.

Entretanto, vale ressaltar que tais recursos exigem formação adequada dos professores e uma análise criteriosa de suas potencialidades e limitações no cotidiano escolar. Diante desse panorama, este artigo delimita-se à análise de como a visão computacional pode ser aplicada como ferramenta pedagógica para potencializar o processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual, investigando suas contribuições quanto à promoção da inclusão, ao aumento do engajamento e ao desenvolvimento cognitivo. Assim, questiona-se: a visão computacional pode favorecer o desenvolvimento cognitivo e a autonomia de alunos com deficiência intelectual em ambientes escolares?

Para responder a essa questão, o objetivo geral deste estudo consiste em analisar de que forma a visão computacional pode ser empregada como instrumento pedagógico, promovendo a inclusão, o engajamento e o desenvolvimento cognitivo dos alunos com deficiência intelectual. Para melhor situar o leitor, este trabalho está organizado em capítulos que abordam os conceitos de deficiência intelectual e ensino inclusivo, fundamentos e aplicações da visão computacional, metodologia, proposta de implementação e análise dos impactos da tecnologia no contexto escolar.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Deficiência intelectual: características e desafios no processo educativo

A deficiência intelectual (DI) constitui-se como uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por limitações substanciais tanto no funcionamento intelectual quanto no comportamento adaptativo, manifestando-se antes dos 18 anos de idade. Para o diagnóstico, consideram-se não apenas resultados de testes de quociente de inteligência (QI ≤ 70), mas sobretudo a análise de capacidades adaptativas em contextos sociais, comunicativos e de autocuidado (MSD, 2024; Apae Limeira, 2024).

O funcionamento adaptativo, segundo parâmetros amplamente aceitos pela literatura científica, engloba habilidades práticas, sociais e conceituais necessárias para a participação autônoma e segura no coti-

diano. Entre os domínios avaliados, destacam-se a comunicação, interação social, gestão de recursos, autodireção, lazer, saúde e segurança. Nesse contexto, a gravidade da deficiência intelectual é classificada segundo o nível de suporte requerido pelo indivíduo, que pode variar de intermitente a pervasivo (MSD, 2024).

Do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo, os indivíduos com DI exibem dificuldades em processos como raciocínio, resolução de problemas, planejamento e pensamento abstrato. Tais déficits refletem-se, de modo significativo, no desempenho escolar, tornando desafiadora a aquisição de conteúdos acadêmicos, habilidades de leitura, matemática e compreensão verbal (Seven Publicações, 2023). Quanto ao aspecto social, limitações adaptativas impactam negativamente as interações interpessoais, a comunicação funcional e a integração em diferentes esferas comunitárias, frequentemente resultando em isolamento e vulnerabilidades emocionais (Instituto Neurosaber, 2023).

Soma-se a isso a presença de atrasos motores, déficits na aquisição da linguagem e, por vezes, condições associadas como transtornos do espectro autista, dificuldades sensoriais e problemas de saúde física. Essas condições multifatoriais exigem avaliação diagnóstica multidisciplinar criteriosa, considerando variáveis contextuais, ambientais e culturais (Neurológica, 2023).

Vale salientar que a formação inicial e em serviço do professor revela-se central para o sucesso dessas práticas. Docentes preparados são capazes de identificar sinais de deficiência intelectual precocemente, articular-se em equipes multidisciplinares, dialogar com famílias e aplicar estratégias pedagógicas eficazes e inclusivas (Apae Limeira, 2024). Assim, a inclusão escolar ultrapassa a presença física do aluno nas salas regulares, exigindo políticas institucionais de apoio e desenvolvimento permanente de competências profissionais.

No cenário brasileiro, observa-se, a partir de 2021, um avanço nas políticas públicas voltadas à inclusão escolar de pessoas com deficiência intelectual. Leis e diretrizes nacionais garantem não apenas a matrícula e permanência em escolas comuns, mas também o acesso a adaptações, atendimento educacional especializado, recursos de acessibilidade, formação docente e participação social ampla. Contudo, desafios persistem, especialmente no que tange à garantia de efetiva aprendizagem,

superação de barreiras atitudinais e consolidação de práticas pedagógicas inovadoras.

Em síntese, a deficiência intelectual apresenta-se como fenômeno complexo, cujos desafios no processo educativo perpassam questões diagnósticas, curriculares, formativas e sociais. O compromisso com a inclusão demanda ações integradas e construção contínua de saberes, capazes de materializar o direito à educação com qualidade, equidade e respeito à diversidade. O ensino inclusivo representa um avanço fundamental no contexto educacional contemporâneo ao buscar garantir a participação efetiva de estudantes com deficiência intelectual em ambientes escolares regulares. Segundo Borges e Tartuci (2018, p. 14), tal proposta propicia "não apenas o acesso físico à escola, mas, sobretudo, a efetiva aprendizagem e integração social dos alunos, valorizando suas potencialidades e promovendo a equidade de oportunidades".

Nesse cenário, as tecnologias assistivas têm assumido papel central, pois integram recursos, serviços e estratégias capazes de potencializar as habilidades dos alunos com deficiência intelectual e minimizar barreiras que restringem seu desenvolvimento e autonomia (Galvão Filho, 2021). Dentre as opções disponíveis, destacam-se dispositivos e softwares que facilitam a comunicação alternativa, leitores de tela, teclados adaptados, materiais táteis e até sistemas de automação para interação com o ambiente. A disponibilidade e o uso desses instrumentos promovem maior independência, inclusão efetiva e engajamento no processo de ensino-aprendizagem, além de promoverem adaptações curriculares mais flexíveis e responsivas às necessidades individuais.

1.2 Tecnologias Assistivas e Educação Inclusiva

O ensino inclusivo destaca-se, no cenário educacional brasileiro contemporâneo, como fundamental para a construção de uma sociedade democrática e plural, ao buscar garantir não apenas o acesso, mas a efetiva participação e o sucesso escolar de todos os estudantes, incluindo aqueles com deficiência intelectual. Nesse contexto, as tecnologias assistivas emergem como elementos centrais para a eliminação de barreiras e a promoção de uma aprendizagem significativa, personalizada e equitativa (Editora Opet, 2022; Galvão Filho, 2021).

Segundo a literatura especializada, tecnologias assistivas compreendem produtos, recursos, estratégias e serviços capazes de aumentar, manter ou melhorar as habilidades funcionais de pessoas com deficiência. Na educação, incluem-se desde dispositivos e softwares de leitura de tela, sintetizadores de voz, teclados adaptados e materiais multissensoriais, até plataformas digitais acessíveis e sistemas baseados em inteligência artificial – configurando-se como mediadoras essenciais da inclusão (Editora Opet, 2022).

No panorama brasileiro, importantes avanços legislativos e programáticos impulsionaram políticas públicas para a democratização do ensino inclusivo, como a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) e a Política Nacional de Educação Especial, que estabelecem a obrigatoriedade de oferta de recursos de acessibilidade, atendimento educacional especializado e capacitação docente (Brasil, 2015; PNTA, 2023). Além disso, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) assegura a adaptação curricular e de metodologias instrucionais, fomentando respostas educacionais flexíveis às singularidades dos alunos (Brasil, 1996).

Os benefícios advindos da inserção de tecnologias assistivas nas práticas escolares são diversos e amplamente documentados. Entre eles, destaca-se o aumento da participação ativa dos estudantes com deficiência intelectual, a personalização do ensino de acordo com necessidades e potencialidades específicas, a promoção da independência funcional e comunicativa, bem como a possibilidade de elaboração de avaliações adaptadas e atividades colaborativas (Borges; Tartuci, 2018).

Contudo, a implementação efetiva dessas tecnologias na escola enfrenta desafios consideráveis. Muitas redes de ensino ainda apresentam limitações quanto à infraestrutura tecnológica, carência de recursos financeiros para a aquisição de equipamentos, ausência de materiais acessíveis em língua portuguesa e insuficiente formação continuada de professores para o uso pedagógico criativo desses dispositivos (Editora Opet, 2022; Ferreira, 2022). Tais fatores podem restringir o alcance e o impacto das políticas inclusivas, especialmente em regiões de maior vulnerabilidade social.

Destaca-se que exemplos de práticas exitosas demonstram, entretanto, o potencial inovador das tecnologias assistivas no cotidiano esco-

lar. Softwares de leitura de tela e ampliadores de fonte permitem o acesso pleno de alunos com deficiência visual ao conteúdo curricular. Plataformas de ensino online com recursos de legendas automáticas e intérpretes de Libras ampliam a acessibilidade para estudantes surdos ou com dificuldades de comunicação oral. Teclados e mouses adaptados, assim como ambientes digitais multissensoriais, favorecem a autonomia de alunos com deficiência motora ou múltiplas deficiências (Viaje com Acessibilidade, 2024).

1.3 Fundamentos da visão computacional

A visão computacional é um dos ramos mais dinâmicos e interdisciplinares da ciência da computação e da inteligência artificial, sendo responsável por dotar máquinas da capacidade de perceber, interpretar e compreender conteúdos visuais do mundo físico, tais como imagens e vídeos. Fundamenta-se no pressuposto de que os computadores podem, mediante técnicas matemáticas sofisticadas, processar e extrair informações relevantes de dados visuais, aproximando-se, em certa medida, da forma como o sistema visual humano opera (Datacamp, 2023).

Historicamente, os primeiros esforços na área remontam à década de 1960, quando pesquisadores buscavam automatizar tarefas de reconhecimento de formas e padrões simples. Com o avanço dos recursos computacionais e o desenvolvimento de algoritmos de aprendizado profundo, sobretudo a partir da década de 2010, a visão computacional ganhou robustez, ampliando suas possibilidades e conquistas em diversas esferas de aplicação.

O processo de visão computacional envolve basicamente duas etapas iniciais: a aquisição e o processamento da imagem. A etapa de aquisição refere-se à captação dos dados visuais por meio de sensores ou câmeras digitais, enquanto o processamento diz respeito ao tratamento desses dados, eliminando ruídos, destacando características relevantes e preparando o material para análises subsequentes.

Entre os principais conceitos técnicos da área, destacam-se:

Quadro 1 - Conceitos técnicos essenciais

Tópico	Descrição Técnica	Emprego
Extração e Detecção de Características	Consiste na identificação de pontos ou regiões de interesse em uma imagem, como bordas, cantos ou texturas. Algoritmos clássicos como **SIFT** (Scale-Invariant Feature Transform) e **SURF** (Speeded-Up Robust Features) são amplamente utilizados como base para tarefas de reconhecimento de objetos.	Reconhecimento de gestos para interação com lousas digitais ou recursos multimídia; Rastreamento de atenção e postura dos alunos para apoiar professores no acompanhamento individualizado; Reconhecimento facial para controle de presença automatizado.
Classificação de Imagens	Envolve a atribuição automática de rótulos a imagens com base em suas características visuais. Enquanto métodos tradicionais utilizavam descritores manuais, as **Convolutional Neural Networks (CNNs)** permitiram o aprendizado direto dos padrões visuais a partir dos dados, revolucionando essa tarefa.	Jogos educativos com interação por movimento ou objetos físicos reconhecidos pela câmera; Atividades sensoriais com resposta visual automatizada conforme a ação da criança (ex.: piscar luzes, sons).
Segmentação	Refere-se ao particionamento de uma imagem em regiões com significado semântico, como separar objetos do fundo. Técnicas modernas, especialmente aquelas baseadas em **aprendizado profundo**, possibilitam segmentações mais precisas e eficientes, inclusive em tempo real.	Monitoramento da atenção e engajamento por meio de análise facial e ocular durante videoaulas; Avaliação automática de atividades visuais enviadas pelos alunos, como desenhos ou objetos construídos; Reconhecimento de sinais ou expressões em videochamadas para inclusão de alunos com necessidades específicas.
Reconhecimento e Rastreamento	Engloba desde o **reconhecimento de faces, objetos ou gestos** até o acompanhamento de seus movimentos ao longo de sequências de vídeo. Essas técnicas são fundamentais para aplicações que exigem interação contínua com o ambiente visual.	Ferramentas adaptativas que reconhecem expressões faciais e emoções para ajustar o ritmo e o estilo de ensino; Sistemas que interpretam gestos ou movimentos para comunicação alternativa com alunos não verbais; Monitoramento de reações a estímulos visuais para avaliar o progresso cognitivo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A ascensão do *deep learning* potencializou sobremaneira o desempenho dos sistemas de visão computacional. As Redes Neurais Convolucionais, em particular, destacam-se como o principal modelo para reconhecimento de padrões visuais, sendo utilizadas em tarefas como detecção de objetos, identificação de emoções faciais, leitura automática de placas de veículos, entre outras (Datacamp, 2023).

Além disso, o conceito de *transfer learning* permite que redes previamente treinadas em grandes bases de dados, como *ImageNet*, sejam adaptadas com eficiência para contextos específicos com quantidades reduzidas de amostras, tornando a tecnologia acessível mesmo em cenários de restrição de recursos, pois os fundamentos da visão computacional não se limitam ao reconhecimento visual per se, mas abrangem

também a compreensão contextual do ambiente, a integração com outras modalidades sensoriais e a capacidade de tomar decisões baseadas nos resultados das análises visuais.

Esse avanço proporciona aplicações inovadoras já existentes, como nas áreas de medicina (diagnóstico por imagem), indústria (inspeção automatizada de qualidade), agricultura (monitoramento de lavouras), segurança (sistemas de vigilância inteligente), educação e inclusão, ampliando substancialmente as possibilidades de estruturação de ambientes digitais adaptativos.

Dessa maneira, compreender os fundamentos da visão computacional é essencial para discutir suas potencialidades pedagógicas e seu papel estratégico no apoio à inclusão escolar de alunos com deficiência intelectual. A área se impõe como ponte entre o conhecimento tecnológico e as demandas sociais por acessibilidade, autonomia e protagonismo, sendo uma das principais vertentes da inovação educacional contemporânea.

Nesse cenário de constantes avanços, destaca-se que a aplicabilidade da visão computacional na educação inclusiva vem sendo objeto de análise por diferentes pesquisadores, sobretudo no que diz respeito ao seu impacto sobre o desenvolvimento cognitivo e à personalização de estratégias pedagógicas para alunos com deficiência intelectual. Estudos apontam que recursos baseados em visão computacional, como aplicativos que reconhecem objetos e promovem interatividade por meio de realidade aumentada, contribuem para tornar o processo de aprendizagem mais acessível e envolvente, especialmente ao utilizarem estímulos visuais e auditivos em tarefas cotidianas (Ferreira, 2014; Giannini, 2023).

Entre as experiências relatadas no campo educacional, sistemas de reconhecimento de objetos, ambiente e expressões podem ser integrados ao ensino de conceitos matemáticos, alfabetização e desenvolvimento de atividades de vida diária. Tais ferramentas promovem o engajamento, facilitam a compreensão de conteúdos abstratos e oferecem apoio à comunicação alternativa, recurso de extrema relevância para estudantes com dificuldades expressivas e simbólicas (Revistas Unifacs, 2023). Além disso, a análise de padrões comportamentais por sistemas baseados em visão computacional auxilia educadores e especialistas na identificação de necessidades específicas e na elaboração de intervenções pedagógicas mais efetivas (Giannini, 2023).

Entretanto, apesar das potencialidades, persistem desafios consideráveis relacionados à implementação dessas tecnologias no cotidiano das escolas, aliada à necessidade de infraestrutura tecnológica minimamente adequada, investimento em formação continuada de professores e adaptação das soluções tecnológicas à realidade local e às singularidades de cada aluno. Soma-se ainda a carência de materiais em língua portuguesa e a demanda por softwares customizáveis, adequados às múltiplas possibilidades e limitações presentes nas redes de ensino públicas e privadas. Ou seja, o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras sustentadas por visão computacional requer um esforço coletivo, envolvendo o diálogo entre educadores, desenvolvedores de software, pesquisadores em educação especial e gestores escolares.

Nesse contexto, a personalização das ferramentas digitais e o acompanhamento sistemático dos impactos dessas soluções sobre o desenvolvimento cognitivo permitem não apenas o aprimoramento das estratégias de ensino, mas também a ampliação real das condições de autonomia, participação e inclusão de alunos com deficiência intelectual (RSD Journal, 2022).

1.4 Aplicações da visão computacional na educação

O avanço das tecnologias de inteligência artificial, em especial da visão computacional, tem aberto novas possibilidades para a promoção do ensino inclusivo e da aprendizagem significativa, especialmente para alunos com deficiência intelectual. Esse campo se destaca não apenas pela capacidade de automatizar tarefas, mas, principalmente, por sua aptidão em criar ambientes de aprendizagem dinâmicos, interativos e adaptativos, rompendo barreiras que historicamente excluíram esses estudantes do pleno acesso ao currículo escolar (Silva *et al.*, 2023).

As aplicações da visão computacional no contexto educacional abarcam desde sistemas de reconhecimento de objetos, leitura automática de texto, análise de expressões faciais, até plataformas que promovem interação por meio de gestos. Essas ferramentas se fundamentam em algoritmos capazes de processar informações visuais e fornecer respostas em tempo real, favorecendo atividades lúdicas, personalização de conteúdos e apoio direto à comunicação alternativa (CIET-UFSCar, 2021; Galvão Filho, 2021).

Dentre as principais aplicações já amplamente documentadas na literatura, destaca-se o reconhecimento de objetos. Sistemas de visão computacional podem ser implementados em aplicativos educativos para apoiar o ensino de conceitos, alfabetização e matemática por meio da associação visual de imagens e palavras. Essa estratégia auxilia especialmente alunos que apresentam dificuldades na simbolização e abstração, pois permite o envolvimento multissensorial durante o processo de aprendizagem (Galvão Filho, 2021).

Uma aplicação prática observada é a utilização de tablets ou quadros digitais que identificam automaticamente figuras físicas manipuladas pelos alunos, gerando estímulos visuais e auditivos para fortalecer o vínculo entre o objeto e o conceito trabalhado. Outra aplicação relevante refere-se à análise de expressões faciais e reconhecimento de emoções. Soluções baseadas em visão computacional conseguem identificar estados emocionais e expressões dos alunos, contribuindo para intervenções pedagógicas mais assertivas e adequadas às necessidades socioemocionais do estudante. Essa funcionalidade pode ser utilizada para monitorar o nível de engajamento, atenção e possíveis sinais de desconforto, auxiliando professores e especialistas na adaptação em tempo real das práticas educativas.

No campo da comunicação alternativa, são promissoras as interfaces que permitem o reconhecimento de gestos e movimentos, facilitando a interação de estudantes com limitações severas de fala ou escrita. Ferramentas educativas equipadas com câmeras e algoritmos de detecção gestual proporcionam autonomia e ampliam as possibilidades de participação dos alunos, viabilizando desde o controle de dispositivos digitais a respostas em atividades pedagógicas sem a necessidade de linguagem verbal (RSD Journal, 2022).

Além disso, a visão computacional também tem sido empregada na adaptação de materiais e recursos didáticos. Por meio da leitura automática de textos e transformação em áudio, alunos com dificuldades de decodificação ou déficits de atenção podem acessar o conteúdo em diferentes formatos, contribuindo para a diversidade de estratégias de ensino-aprendizagem. Esse recurso, quando associado a bases de dados personalizadas, permite a adequação do material à faixa etária, nível de desenvolvimento e preferências cognitivas dos alunos.

Cabe ressaltar que experiências recentes revelam que a combinação entre sistemas de visão computacional e outras tecnologias assistivas potencializa a autonomia e o desempenho acadêmico. Por exemplo, ambientes de aprendizagem gamificados que utilizam reconhecimento facial para identificação do estudante e acompanhamento de progresso tornam as interações mais personalizadas e motivadoras (Giannini, 2023). Da mesma forma, plataformas de avaliação inclusiva podem empregar a detecção de gestos ou movimentos oculares para registrar respostas, eliminando obstáculos associados a limitações motoras e ampliando o acesso ao processo avaliativo.

Apesar das evidências promissoras, desafios persistem na implementação dessas soluções em grande escala, especialmente em escolas públicas. Barreiras como a insuficiência de infraestrutura tecnológica, necessidade de formação continuada dos professores e a customização dos sistemas para a realidade brasileira são apontadas como entraves cruciais (RSD Journal, 2022). A literatura reforça ainda a importância do diálogo interdisciplinar, envolvendo educadores, pesquisadores, desenvolvedores e familiares para o desenvolvimento de ferramentas sensíveis às demandas locais e culturalmente apropriadas.

Em síntese, a visão computacional é uma aliada estratégica para a efetivação do ensino inclusivo e o fortalecimento da autonomia de alunos com deficiência intelectual. A ampliação do acesso a essas inovações depende de políticas públicas integradas, investimento em infraestrutura e formação docente, além do fomento contínuo à pesquisa educacional aplicada.

O reconhecimento do potencial transformador dessa tecnologia é fundamental para a materialização de práticas pedagógicas verdadeiramente inclusivas e equitativas. Nas tendências mais recentes da pesquisa e inovação em educação inclusiva, observa-se que avanços em visão computacional vêm impactando significativamente o desenho de ambientes e práticas pedagógicas acessíveis. Softwares baseados nesse recurso têm sido utilizados para interpretar automaticamente expressões faciais e comportamentais dos alunos, proporcionando aos educadores informações em tempo real sobre níveis de engajamento, emoções e possíveis dificuldades de compreensão. Essas tecnologias vêm auxiliando na personalização imediata das intervenções pedagógicas, promovendo respostas ajustadas às necessidades e potencialidades individuais.

Outra frente promissora refere-se à conversão de conteúdos visuais complexos – gráficos, imagens didáticas ou textos – em formatos simplificados e acessíveis, apoiando a compreensão de conceitos abstratos e promovendo maior autonomia na exploração dos recursos curriculares. Relatos recentes apontam que leitores visuais com algoritmos de visão computacional têm ampliado de forma expressiva o acesso à informação por parte de estudantes com deficiência intelectual, sobretudo quando integrados a plataformas digitais adaptativas.

Evidências científicas internacionais destacam que escolas orientadas pelo uso de dados e inteligência artificial, incluindo ferramentas de visão computacional, vêm observando melhorias robustas nos indicadores de aprendizagem, participação e motivação de estudantes. Há registros, por exemplo, de ganhos de até 20% em desempenho acadêmico médio de alunos em ambientes onde tais inovações foram plenamente integradas ao cotidiano escolar. No contexto brasileiro, experiências práticas têm evidenciado resultados consistentes com plataformas digitais adaptadas graças à visão computacional e a outras tecnologias assistivas.

Na realidade nacional, marcada por ampla diversidade socioeconômica e institucional, ressalta-se a importância da customização dos recursos ao perfil e contexto da escola, e da formação continuada dos professores para o uso criativo de soluções tecnológicas. Tais estratégias fortalecem a equidade, a ampliação do protagonismo discente e a adaptação dos conteúdos para melhor atender às diferentes demandas presentes nas redes regulares de ensino.

Internacionalmente, recomendações de organismos multilaterais e legislações nacionais, como a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e a Lei Brasileira de Inclusão, reiteram que a plena efetividade dessas tecnologias depende de investimentos em infraestrutura, pesquisa aplicada e, de modo especial, em formação docente para o letramento digital e pedagógico. A gestão escolar baseada em evidências é também apontada como fator decisivo para selecionar e adaptar metodologias, garantindo a centralidade do aluno e a promoção de práticas verdadeiramente inclusivas.

Dessa forma, a literatura converge para o entendimento de que, além do acesso à tecnologia, é imprescindível fomentar políticas de suporte e formação interdisciplinar, promovendo ambientes que favoreçam tanto

o desenvolvimento cognitivo como o exercício pleno da autonomia por parte dos alunos com deficiência intelectual. As evidências e recomendações atuais sinalizam que a visão computacional está se consolidando como estratégia-chave para o avanço da educação inclusiva, representando importante vetor para a inovação pedagógica e para a construção de escolas mais democráticas e equitativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados ao longo do artigo evidenciam que as soluções de visão computacional contribuem, de modo expressivo, para a personalização do ensino e a redução de barreiras históricas enfrentadas por alunos com deficiência intelectual. Tais tecnologias favorecem a análise de emoções, a comunicação alternativa por gestos e símbolos e a adaptação contínua dos conteúdos ao perfil individual dos estudantes, promovendo ganhos tanto no desempenho acadêmico quanto nas habilidades sociais e comunicativas (Pensamento Computacional para Inclusão, 2022).

Outro aspecto relevante diz respeito à importância de estratégias institucionais integradas, que contemplem parcerias entre universidades, organizações da sociedade civil, secretarias de educação, profissionais da saúde e desenvolvedores de tecnologia, buscando ampliar a produção, a disseminação e a sustentabilidade de recursos inovadores (Pensamento Computacional para Inclusão, 2022). O investimento em pesquisa aplicada, avaliações colaborativas e práticas participativas é crucial para garantir que tais soluções sejam continuamente ajustadas às demandas reais da comunidade escolar.

As evidências apontam que, quando implementada de maneira criteriosa e acompanhada por políticas públicas robustas de formação docente e financiamento, a visão computacional pode transformar qualitativamente o processo de ensino-aprendizagem, elevando o nível de equidade e participação na escola contemporânea. Trata-se, portanto, de um caminho promissor, embora ainda repleto de desafios, para a consolidação de uma educação verdadeiramente inclusiva, sensível à diversidade e comprometida com o pleno desenvolvimento de todos os sujeitos.

No caso brasileiro, destaca-se a relevância da Lei Brasileira de Inclusão (LBI) e da Política Nacional de Educação Especial, que buscam não só garantir o direito ao acesso, permanência e êxito escolar, mas também promover adaptações curriculares e estruturais que possibilitem a participação efetiva dos alunos com deficiência intelectual em todas as etapas e ambientes da trajetória escolar (Brasil, 2015; MEC, 2008). Esse arcabouço legal respalda a adoção de tecnologias assistivas, entre as quais a visão computacional desponta como solução promissora para a superação das barreiras pedagógicas e comunicativas historicamente enfrentadas por esse público.

Recomenda-se, por fim, que futuras pesquisas aprofundem o acompanhamento longitudinal dos impactos da visão computacional, fomentando o diálogo contínuo entre prática pedagógica, inovação tecnológica e políticas públicas. Ademais, é fundamental incorporar o *feedback* dos próprios estudantes e suas famílias na avaliação das soluções implementadas, assegurando que seus contextos e necessidades sejam efetivamente atendidos (Pensamento Computacional para Inclusão, 2022).

Em síntese, a trajetória da visão computacional na educação inclusiva ainda se constrói, mas evidencia forte potencial para respaldar ambientes acessíveis, participativos e transformadores, reafirmando o direito à educação de qualidade, à autonomia e à cidadania ativa dos alunos com deficiência intelectual.

Assim, a consolidação da visão computacional como vetor de inclusão escolar demanda ações integradas, pesquisa aplicada, investimento público contínuo e formação sistemática de educadores. Mediante tais esforços articulados, será possível potencializar a democratização do acesso à inovação educacional e efetivar o direito à aprendizagem significativa e à autonomia dos alunos com deficiência intelectual.

REFERÊNCIAS

APAE LIMEIRA. **Sobre a Deficiência Intelectual**. 2024. Disponível em: https://www.apaelimeira.org.br/sobre-a-deficiencia-intelectual/. Acesso em: 03 maio 2025.

BORGES, W. F.; TARTUCI, D. **Tecnologias assistivas no processo educativo de alunos com deficiência intelectual**. 2018. Disponível em: https://sites.pucgoias.edu.br/pos-graduacao/mestrado-doutorado-educacao/wp-content/uploads/sites/61/2018/05/Wanessa-Ferreira-Borges_-Dulceria-Tartuci.pdf. Acesso em: 08 maio 2025.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB**. Lei nº 9.394/1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 12 maio 2025.

BRASIL. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa com Deficiência) - Lei nº 13.146/2015. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 07 maio 2025.

DATACAMP. **What is Computer Vision?** 2023. Disponível em: https://www.datacamp.com/pt/blog/what-is-computer-vision. Acesso em: 13 maio 2025.

EDITORA OPET. **Tecnologia assistiva para uma educação inclusiva**. 2022. Disponível em: https://editoraopet.com.br/blog_opet/tecnologia-assistiva-para-uma-educacao-inclusiva/. Acesso em: 10 maio 2025.

GALVÃO FILHO, P. **Tecnologias para deficiência intelectual:** recursos e práticas. 2021. Disponível em: http://www.galvaofilho.net/DI_tecnologias.htm. Acesso em: 09 maio 2025.

GIANNINI, F. **9 estudos de caso sobre a aplicação da IA na aprendizagem**. 2023. Disponível em: https://fernandogiannini.com.br/9-estudos-de-caso-sobre-a-aplicacao-da-ia-na-aprendizagem/. Acesso em: 13 maio 2025.

INSTITUTO NEUROSABER. **Como identificar a deficiência intelectual?** 2023. Disponível em: https://institutoneurosaber.com.br/artigos/como-identificar-a-deficiencia-intelectual/. Acesso em: 05 maio 2025.

MEC. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. 2008. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

PENSAMENTO COMPUTACIONAL PARA INCLUSÃO. **Pensamento Computacional para Inclusão** - I SIPCI 2022. 2022. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/705551/2/Pensamento%20Computacional%20para%20Inclus%C3%A3o%20-%20I%20SIPCI%202022.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

PNTA. **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/participamaisbrasil/pnta. Acesso em: 10 maio 2025.

RSD JOURNAL. **Ressignificando o pensamento computacional na perspectiva da inclusão educacional**. 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/21789/19714/267027. Acesso em: 04 maio 2025.

SEVEN PUBLICAÇÕES. **Desafios e possibilidades para inclusão de estudantes com deficiência intelectual**. 2023. Disponível em: https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/download/6097/11106/24331. Acesso em: 15 maio 2025.

CLONAGEM DE VOZ COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA ROBÔS EDUCATIVOS: DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE ÁUDIOS PARA ALFABETIZAÇÃO E EXPRESSÃO EMOCIONAL

Maria Vittória Sousa Rodrigues Palma
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
vitlia40@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/9190185223212883

Thais Reggina Kempner
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
thaisrgk@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/5630808549813002

Luciana C. L. de Faria Borges
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
lucianafariaborges@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/8434103815800687

Eunice P. dos Santos Nunes
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
eunice@ufmt.br - http://lattes.cnpq.br/0992498795960159

Resumo: Este trabalho explora o potencial da clonagem de voz por Inteligência Artificial (IA) aplicada ao robô BITI, uma ferramenta voltada à alfabetização de crianças neurodivergentes pelo método fônico. Diante da limitação na expansão dos áudios originais de uma criança, foram investigadas alternativas capazes de gerar vozes com naturalidade, precisão fonética e expressão emocional, utilizando a plataforma Eleven Labs em conjunto com o software Audacity. Os testes envolveram frases com carga emocional e ajustes de parâmetros diversos, revelando desafios na reprodução de emoções e de fonemas isolados. Os resultados apontam que a combinação entre IA e supervisão humana pode viabilizar a criação de áudios adequados ao contexto educacional, abrindo caminhos promissores para práticas pedagógicas mais acessíveis e personalizadas.
Palavras-chave: Clonagem de voz por IA. Tecnologia assistiva. Expressividade emocional. Autenticidade vocal.

Abstract: *This study explores the potential of voice cloning through artificial intelligence applied to the BITI robot, a tool designed to support the literacy of neurodivergent children using the phonics method. Faced with limitations in expanding a child's original audio recordings, alternative solutions were investigated to generate speech with naturalness, phonetic accuracy, and emotional expression, using the Eleven Labs platform in combination with Audacity software. Tests involving emotionally charged phrases and parameter adjustments revealed challenges in reproducing emotions and isolated phonemes. The findings suggest that combining AI with human supervision can enable the creation of suitable audio content for educational purposes, opening promising paths toward more accessible and personalized pedagogical practices.*
Keywords: *AI voice cloning. Assistive technology. Emotional expressiveness. Vocal authenticity.*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-26

INTRODUÇÃO

A alfabetização é um marco essencial no desenvolvimento infantil, sendo fundamental para a interação com o mundo por meio da linguagem escrita. Para crianças atípicas, cujos padrões de desenvolvimento diferem do neurotípico (Abreu, 2006), esse processo é ainda mais complexo. Neste estudo, o foco está especialmente em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e Dislexia, que necessitam de abordagens educacionais especializadas, mas que também encontram respaldo em legislações específicas no Brasil.

O conjunto de leis que sustenta essa proposta educacional abrange a Lei Berenice Piana (12.764/2012), a qual assegura direitos fundamentais às pessoas com autismo, e a Lei 14.254/2021, a qual estabelece diretrizes para o atendimento educacional de estudantes com TDAH e Dislexia (Brasil, 2012, 2021). Esses instrumentos legais não somente legitimam, mas demandam a criação de estratégias pedagógicas inovadoras, capazes de superar as barreiras impostas por dificuldades de comunicação, interação social e processamento sensorial características desses grupos (Bar-shalita; Vatine; Parush, 2008).

Nesse cenário, abordagens tecnológicas têm sido exploradas para apoiar o processo de ensino-aprendizagem, como o uso de robôs sociais como ferramenta de mediação. Estudos têm mostrado que essas tecnologias podem contribuir para aumentar o engajamento e desenvolvimento de habilidades comunicativas em crianças com TEA (Scassellati; Admoni; Mataric, 2012), Dislexia (Rosenberg-Kima *et al.*, 2019) e TDAH (Berrezueta-Guzman *et al.*, 2022), ao proporcionarem ambientes de aprendizagem estruturados, previsíveis e emocionalmente seguros.

Um exemplo é o robô Otto, desenvolvido no projeto FATA (Fábrica de Alta Tecnologia Assistiva), que utiliza a tecnologia RFID (*Radio-Frequency Identification*) em conjunto com recursos de reprodução de áudio para facilitar o ensino de palavras que representam emoções, objetos, frutas (Rebouças *et al.*, 2023; Dias *et al.*, 2023). Ao aproximar um cartão RFID do robô, são reproduzidos áudios que traduzem a imagem contida no cartão, promovendo uma interação dinâmica entre o robô e a criança,

tornando as experiências de aprendizagem mais interativas, expressivas e personalizadas.

Com base nessas experiências, a evolução natural do trabalho levou à concepção do robô BITI (Brinquedo Inclusivo para a Tutoria Infantil), um projeto inovador com o propósito de apoiar no processo de alfabetização por meio do método fônico – abordagem reconhecidamente eficaz para crianças neurodivergentes (Oliveira; Albuquerque, 2021). No entanto, o desenvolvimento do BITI trouxe à tona um desafio técnico relevante: a impossibilidade de reutilizar os áudios originais gravados por um participante de 11 anos, em razão das mudanças vocais naturais decorrentes do crescimento (Rebouças *et al.*, 2023).

Diante disso, a clonagem vocal por Inteligência Artificial (IA) passou a ser investigada como uma alternativa promissora para contornar essas limitações. Apesar dos avanços recentes nessa tecnologia (Pepino *et al.*, 2022; Neekhara *et al.*, 2021), sua aplicação em contextos educacionais sensíveis impõe desafios consideráveis, especialmente no que diz respeito à reprodução precisa de variações prosódicas e expressões emocionais sutis – aspectos fundamentais para a eficácia pedagógica (Chen; Jiang, 2023).

No âmbito do projeto, destaca-se a utilização da plataforma Eleven Labs para geração de áudios sintéticos, dando continuidade a uma iniciativa anteriormente aplicada ao robô Otto (Palma *et al.*, 2024). A preservação do sotaque original mostrou-se essencial, considerando que algumas crianças autistas apresentam hipersensibilidade a variações sonoras durante a reprodução da fala (Gomes *et al.*, 2008). Dessa forma, esta pesquisa concentra-se na análise da capacidade da IA em gerar entonações com expressividade emocional, investigando os principais desafios técnicos envolvidos na criação de uma voz autêntica e na fidelidade dessa reprodução em contextos educacionais com crianças neurodivergentes.

A qualidade dos áudios utilizados nas interações com o robô BITI está vinculada à capacidade de a tecnologia sintetizar vozes com naturalidade e carga emocional convincente – o que se revela essencial para promover uma comunicação fluida, engajadora e emocionalmente notável (Pinheiro *et al.*, 2021), especialmente quando se busca estabelecer vínculos afetivos no processo de ensino-aprendizagem com crianças neurodivergentes.

A relevância deste trabalho é ampliada por sua consonância com o objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 10 da Organização das Nações Unidas, que trata da redução das desigualdades. A proposta dialoga diretamente com políticas públicas de educação inclusiva e com o potencial das tecnologias educacionais para democratizar o acesso a recursos personalizados. Destaca-se, contudo, a importância de assegurar o rigor científico na aplicação dessas tecnologias, a fim de que atendam de forma eficaz às necessidades específicas de crianças neurodivergentes, sem comprometer a qualidade pedagógica.

1. DESENVOLVIMENTO

A aplicação de sistemas de IA na educação tem revolucionado as práticas pedagógicas, particularmente no atendimento a crianças neurodivergentes (Albino *et al.*, 2024). No contexto específico do robô BITI, a IA assume papel central na personalização do ensino, permitindo a criação de áudios personalizados e adaptados às necessidades individuais de aprendizado.

Conforme apontado por Pepino *et al.* (2022) e Neekhara *et al.* (2021), os avanços recentes em síntese vocal e clonagem de voz têm ampliado o alcance das aplicações de IA ultrapassando os limites do entretenimento para oferecer soluções inovadoras em ambientes educacionais. Tais avanços tornam possível a criação de conteúdos auditivos que não apenas transmitem informação, mas o fazem de forma humanizada e responsiva às necessidades emocionais e sensoriais do público infantil.

O uso de IA no projeto BITI foca na geração de áudios que atendam a três critérios essenciais: adequação sensorial, precisão fonética e expressividade emocional. Os áudios devem respeitar a sensibilidade auditiva de crianças com TEA, que frequentemente apresentam hipersensibilidade auditiva (Gomes *et al.*, 2008), garantir a reprodução clara dos fonemas e favorecer a associação entre grafemas e fonemas, conforme o método fônico.

Conforme apontam Shaywitz *et al.* (2003), a dislexia está diretamente relacionada a déficits nesse tipo de processamento, o que reforça a importância de estímulos auditivos precisos para crianças com dificulda-

des de leitura. Já a expressividade emocional é uma característica humana complexa e multifacetada, sendo resultado de modificações fisiológicas que induzem variações nos parâmetros acústicos da fala, como frequência fundamental, intensidade, timbre e ritmo, tornando a reprodução artificial dessas nuances uma das maiores barreiras na clonagem vocal (Crivellaro e Silva, 2012).

Por exemplo, frases como "estou cansado..." foram redigidas com reticências para induzir uma entonação arrastada, evocando cansaço ou apatia. Já expressões como "está MUITO barulhoooo" empregaram letras maiúsculas e prolongamento vocálico como estratégias explícitas para transmitir sensação de incômodo e sobrecarga sensorial. Esses recursos textuais funcionam como guias interpretativos para o modelo de IA orientando a produção da fala de forma mais natural e alinhada ao conteúdo emocional pretendido.

A construção dos áudios foi um processo interativo, com avaliações contínuas da equipe multidisciplinar. Apenas os áudios que atendiam aos critérios de naturalidade, clareza e fidelidade emocional eram validados, sendo os *prompts* reformulados sempre que necessário. Essa abordagem destaca a importância do domínio do *prompting* para alcançar interações mais humanas, especialmente no atendimento às necessidades de crianças com TEA, TDAH e Dislexia. A plataforma Eleven Labs contribuiu nesse processo ao oferecer algoritmos de *deep learning* capazes de gerar vozes com alta fidelidade expressiva.

Contudo, o processo de clonagem vocal para fins educacionais envolve etapas complexas que vão além da mera reprodução de palavras. Como destacam Chen e Jiang (2023), a síntese de voz para aplicações pedagógicas exige atenção especial à articulação de fonemas isolados - requisito essencial para o método fônico. O desafio técnico reside na capacidade dos sistemas atuais de IA em reproduzir com precisão os sons fonéticos básicos, especialmente quando aplicados a línguas com características fonológicas específicas como o português brasileiro.

A análise comparativa entre áudios originais e clonados mostra que, apesar dos avanços tecnológicos na reprodução de frases completas, ainda existem desafios na geração de fonemas isolados com articulação clara, transições suaves entre consoantes e vogais, e padrões entoacionais que expressem adequadamente diferentes estados emocionais (Neekhara

et al., 2021). Essas limitações são especialmente importantes na alfabetização fônica, na qual a precisão na reprodução dos sons das letras é fundamental para o sucesso do método (Marttins, 2022).

A escolha do método fônico para a alfabetização de crianças neurodivergentes está fundamentada na literatura, como mostram Oliveira e Albuquerque (2021), sendo particularmente eficaz para crianças com TEA por trabalhar diretamente a relação grafema-fonema, reduzindo a necessidade de habilidades de abstração que frequentemente são difíceis para essa população.

O método fônico impõe aos sistemas de síntese vocal a exigência de precisão fonética rigorosa, com cada som sendo reproduzido de forma fiel, a fim de evitar ambiguidades no processo de aprendizagem. Além disso, requer consistência entoacional, preservando os padrões fonéticos essenciais mesmo diante da necessária variação prosódica associada à expressão emocional (Sebra; Dias, 2011).

A pesquisa de Fragoso *et al.* (2013) expande essa discussão ao indicar que crianças com TDAH se beneficiam da combinação do método fônico com pistas auditivas distintas. Nesse sentido, a capacidade do robô BITI de modular a expressão emocional sem prejudicar a clareza fonética representa um progresso potencialmente significativo para a alfabetização inclusiva.

A implementação bem-sucedida da clonagem vocal no BITI depende da superação de desafios que se situam na intersecção entre tecnologia e pedagogia. Por um lado, os requisitos técnicos envolvem o refinamento de algoritmos para capturar nuances prosódicas essenciais à comunicação educacional efetiva. Por outro lado, a dimensão pedagógica exige que esses recursos tecnológicos estejam alinhados com os princípios do desenvolvimento infantil e das necessidades específicas de aprendizes neurodivergentes.

Os estudos de caso analisados por Feil-Seifer e Mataric (2009) com robôs sociais sugerem que a combinação entre consistência comportamental e variabilidade emocional moderada pode otimizar os resultados educacionais. Essa aparente contradição – que exige simultaneamente previsibilidade e expressividade – constitui o núcleo do desafio enfrentado pelo projeto BITI em sua proposta de integrar clonagem vocal e método fônico.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa configura-se como um estudo de caso sobre a clonagem de voz infantil por meio de IA, com ênfase na produção de materiais sonoros voltados ao robô educacional BITI, destinado a crianças neuroatípicas. O projeto foi aprovado previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em conformidade com os preceitos éticos exigidos para estudos envolvendo menores de idade.

A primeira etapa consistiu na coleta de 170 gravações de áudio realizadas em estúdio, utilizando a voz de uma criança de 11 anos. Esses áudios foram empregados na construção de um acervo inicial de conteúdos interativos para o robô. No entanto, a mudança natural na voz da criança – decorrente do desenvolvimento fisiológico – impossibilitou a continuidade das gravações com a mesma qualidade e timbre vocal. Diante dessa limitação, a equipe de pesquisa optou por empregar técnicas de clonagem de voz baseadas em IA como estratégia alternativa para garantir a consistência dos áudios e ampliar o repertório sonoro do robô sem a necessidade de novas gravações presenciais.

Para embasar teoricamente o estudo e orientar as decisões técnicas, foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases IEEE Xplore, Google Scholar e Scopus. As estratégias de busca incluíram os seguintes descritores: *"Artificial Intelligence" AND "voice cloning" AND "autism"*, *"voice synthesis" AND "robot interaction"*, e *"human-robot interaction" AND "autistic children"*. Essa revisão teve como foco identificar soluções baseadas em IA capazes de produzir vozes clonadas com qualidade suficiente para otimizar a interação entre robôs e crianças com TEA, mantendo a autenticidade vocal e a coerência emocional.

Com base nos dados obtidos, foram analisadas três plataformas especializadas em clonagem de voz: Eleven Labs (https://elevenlabs.io/), Play HT (https://play.ht) e VoiceIA (https://voice.ai/). A escolha recaiu sobre a Eleven Labs devido a seus algoritmos avançados, capazes de reproduzir fielmente padrões de fala, entonação e expressividade. Outros fatores decisivos incluíram a boa relação custo-benefício e os relatos positivos de aplicação em contextos educacionais e terapêuticos.

Para o treinamento da IA, foram utilizadas as 170 frases gravadas previamente pela criança de 11 anos em ambiente controlado. Os áudios foram processados e aprimorados, com especial atenção ao volume e à frequência, considerando que algumas crianças autistas apresentam hipersensibilidade durante a reprodução sonora (Gomes *et al.*, 2008). Esse cuidado permitiu uma clonagem vocal precisa e compatível com as características expressivas da voz original (Casanova *et al.*, 2023).

Diante da necessidade de simplificar alguns áudios do estudo, optou-se pelo *software* de edição de áudio gratuito e de código aberto Audacity, escolhido por seus recursos de edição e ampla compatibilidade com diversas plataformas (Jaworski; Thibeault, 2011). Essa ferramenta permite editar, processar e aplicar efeitos aos áudios existentes, além de auxiliar na manipulação dos novos áudios gerados pela Eleven Labs. Entre suas funcionalidades, destaca-se a possibilidade de modificar a taxa de amostragem (em Hz), ajustar a velocidade de reprodução sem comprometer o tom e alterar a frequência sonora. Tais recursos mostraram-se essenciais para garantir uma experiência auditiva confortável, sobretudo em função da hipersensibilidade auditiva frequentemente observada em crianças autistas.

Para superar o desafio de incorporar emoção e personalidade aos áudios – uma limitação observada na Eleven Labs – foram implementados testes contínuos para comparar e refinar os resultados obtidos. Na geração de áudios com entonação emocional realista, aplicaram-se técnicas específicas de construção de *prompts*, orientando a IA na modulação vocal conforme a emoção pretendida. A formulação desses comandos textuais envolveu o uso intencional de recursos linguísticos como pontuação expressiva (reticências, exclamações), prolongamentos vocálicos, uso de letras maiúsculas para indicar ênfase e escolhas lexicais específicas. Tais elementos funcionam como indicadores prosódicos, capazes de influenciar a interpretação da IA e, consequentemente, a expressividade do áudio gerado. Essa metodologia visa garantir que a voz do robô BITI promova interação e engajamento verbal de maneira eficaz e natural.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os testes de clonagem vocal com a plataforma Eleven Labs, observou-se uma discrepância entre os áudios originais e os gerados artificialmente. Apesar de múltiplas tentativas e regenerações, apenas uma fração dos áudios sintetizados foi aprovada pela equipe técnica, evidenciando a necessidade de um processo de filtragem criterioso. Embora a ferramenta venha apresentando melhorias graduais na naturalidade da voz, os avanços em direção à adequação ainda ocorrem de forma lenta. Ressalta-se que a plataforma tem sido utilizada e alimentada há aproximadamente um ano e meio – um período relativamente curto diante da complexidade envolvida na replicação fidedigna dos traços fonéticos e emocionais da fala infantil.

A avaliação dos áudios gerados foi baseada principalmente em dois critérios: naturalidade, entendida como o quanto a voz sintetizada se aproxima da fala humana em fluidez e entonação; e inteligibilidade, relacionada à clareza na articulação dos sons e palavras. Observou-se que a plataforma utilizada, Eleven Labs, opera a partir de parâmetros técnicos predefinidos – velocidade, estabilidade, similaridade e intensidade emocional – que funcionam de forma relativamente autônoma e não captam o tom emocional sugerido pelo *prompt* textual. Isso ocorre porque a IA não interpreta semanticamente o conteúdo escrito; sua resposta vocal é guiada pelas configurações técnicas e pelo histórico de *feedback*.

Essa limitação torna o processo de geração emocionalmente adequado imprevisível: as variações prosódicas e afetivas mudam a cada regeneração, e a plataforma busca ajustar-se com base na aceitação ou rejeição das versões anteriores. Apesar dessa limitação, para vocábulos cotidianos, como nomes de alimentos – por exemplo, "alface" – a reprodução gerada pela IA[1] é bastante satisfatória, com qualidade próxima à do áudio original[2].

No entanto, em frases que exigem maior carga emocional, a presença de entonação expressiva apresentou-se mais desafiadora. Com o objetivo de testar a expressividade emocional, foram selecionadas três expressões: "Estou feliz", "Estou triste" e "Estou com sono". No experi-

[1] https://drive.google.com/file/d/1O1IhoABAOu-LLJ6vqKzJUW2p2ZwlMe4E/view
[2] https://drive.google.com/file/d/1WX6AZljBPMiW4XPxiJe0XuN9DO9x8PRP/view

mento voltado à reprodução da emoção associada à frase "Estou feliz", originalmente gravada em estúdio com entonação expressiva[3], buscou-se avaliar a capacidade da plataforma de IA em replicar o tom de felicidade por meio de variações simples no *prompt* textual.

Na primeira tentativa, utilizou-se a mesma frase com a adição de pontuações enfáticas – "Estou feliz!!!!" – Na expectativa de induzir uma entonação mais animada, mesmo sem alterar os parâmetros técnicos da plataforma. No entanto, o resultado obtido[4], revelou uma limitação importante: o áudio gerado manteve uma entonação neutra e robótica, evidenciando que a modificação textual isolada não foi suficiente para acionar uma resposta emocional coerente por parte do sistema.

Para aprimorar os resultados obtidos, foram realizados ajustes nos parâmetros avançados disponibilizados pela plataforma, especialmente os controles de "estilo de exagero" e "estabilidade". A estabilidade, cujo valor padrão é 50%, foi levemente reduzida para 38%, visando aumentar a variabilidade natural da fala. Já o parâmetro de estilo de exagero, que inicialmente se encontra em 0%, foi elevado para 30%, o que contribuiu para uma entonação mais expressiva e energética. Apesar dessas modificações terem proporcionado melhorias perceptíveis[5], os áudios gerados ainda não alcançaram a fidelidade emocional presente na gravação original, que expressava claramente um estado de alegria.

Diante disso, foi conduzido um novo teste com o objetivo de intensificar a expressividade emocional da fala sintetizada. Para isso, optou-se por utilizar a palavra isolada "Alegria", escrita de forma alongada e com pontuação enfática como "AAlegria!!!", a fim de induzir uma entonação mais animada. Esse recurso, combinado com múltiplas regenerações (ou seja, diferentes tentativas automáticas de geração do mesmo trecho), resultou em versões que se aproximaram mais da expressividade esperada.

Além disso, foram ajustados o "estilo de exagero" e a "estabilidade" da plataforma. Embora a documentação da ferramenta não recomende valores elevados para o parâmetro de estilo, experimentou-se um aumento de até 50%, o que intensificou a variação de frequência e a ener-

[3] https://drive.google.com/file/d/1AD7jfwIrfg871LdfUa17FAkdTcplrk7c/view
[4] https://drive.google.com/file/d/1Gx3XBDGi1mRxJbzyJsL2rp37ULIoTlmx/view
[5] https://drive.google.com/file/d/1oACc-xhcHHQtSCUeDIgHc98WvbJTeMky/view

gia vocal na fala sintetizada. Esse ajuste contribuiu para a obtenção de resultados mais satisfatórios, com timbres que se mostraram mais coerentes com a emoção de alegria que se buscava transmitir[6].

Na tentativa de reproduzir a frase original "Estou triste"[7], observou-se um nível mais elevado de complexidade em comparação aos testes voltados à expressão de alegria. O principal desafio consistiu em obter um timbre vocal mais grave e uma entonação melancólica, características essenciais para transmitir a emoção de tristeza de forma convincente. No entanto, a plataforma utilizada não oferece controle direto sobre aspectos específicos como altura tonal ou coloração do timbre, o que limita as possibilidades de ajuste fino.

Na primeira tentativa, foi empregado o *prompt* "Ah, estou triste!"[8], com a intenção de induzir uma entonação mais emocional. Embora as respostas geradas tenham apresentado certa expressividade, a maioria soava artificial ou forçada, comprometendo a naturalidade da fala sintetizada. Diante disso, adotou-se uma nova abordagem, baseada na redução drástica do parâmetro de "estilo de exagero". Essa alteração resultou em uma fala mais contida, com menor variação prosódica, o que contribuiu para uma entrega mais sóbria e condizente com o estado emocional desejado. Ainda assim, o resultado obtido – representado pela frase "Estou triste"[9] – demonstrou que há espaço para melhorias, sobretudo no que diz respeito à naturalidade do timbre e à fidelidade da emoção transmitida.

Também foram conduzidos outros testes com a expressão original "Estou com sono"[10], com o objetivo de avaliar a capacidade da IA em representar a emoção de sonolência por meio de diferentes estratégias de *prompting*. Na primeira versão, gravada há aproximadamente oito meses, utilizou-se o mesmo *prompt* de referência para comparação, o que resultou em um áudio sem emoção. Na segunda tentativa, utilizou-se a mesma frase, mas com variações na grafia e na prosódia artificialmente induzida, como em "Estouu cum sono" – o que gerou, de forma inesperada, um áudio com entonação interrogativa.

[6] https://drive.google.com/file/d/1pRmbbBYZF7kzLlvauD0OXH1Ex_VYQ_8C/view
[7] https://drive.google.com/file/d/1FixsQ94zwUXiFX2zM71p3oE8gD9gGPjW/view
[8] https://drive.google.com/file/d/1-yHKBD7BlppJl5Qqpr182xO16hw5MEp8/view
[9] https://drive.google.com/file/d/1lnVvUHiucjCzuaPtQdMtq1pvvSjDsHX-/view
[10] https://drive.google.com/file/d/1QUOFUUhII1EyWGoG8Sychy4aMqwhnW-n/view

Em seguida, foram testadas outras variações criativas, como "aaaa estou com sonooo" e novamente "estouu cum sono", com ajustes nos parâmetros de velocidade e de similaridade vocal, com o intuito de forçar um ritmo mais arrastado e entorpecido, típico de quem está prestes a adormecer, como evidenciado na sequência de áudios[11]. No entanto, o resultado final permaneceu artificial, com um tom notavelmente robótico.

Acredita-se que essa limitação esteja relacionada à dificuldade da plataforma em reproduzir nuances fisiológicas específicas, como a vocalização anasalada e a articulação preguiçosa associadas ao bocejo – elementos cruciais para a comunicação convincente do estado de sonolência. Até o momento, os recursos disponíveis ainda não permitem simular essas características com precisão.

A partir da análise comparativa dos testes realizados com as expressões "Estou feliz", "Estou triste" e "Estou com sono", observou-se um padrão de comportamento na geração vocal da IA que evidencia uma limitação importante: a ausência de continuidade contextual entre emoções distintas. Quando uma série de tentativas é dedicada a uma emoção específica – como tristeza, por exemplo – a IA parece internalizar temporariamente certos padrões prosódicos e timbrais, o que resulta em respostas progressivamente mais coerentes com o sentimento desejado.

Isso foi percebido durante o refinamento do áudio relacionado à tristeza, em que o tom se tornou mais sóbrio à medida que ajustes como a redução do "estilo de exagero" foram aplicados. Contudo, ao iniciar um novo ciclo com uma emoção oposta, como alegria, essa memória operacional não é mantida. O sistema se comporta como se estivesse partindo do zero, ignorando aprendizados anteriores e exigindo novamente uma sequência extensa de ajustes, variações de *prompt* e múltiplas gerações.

Essa dificuldade torna-se ainda mais evidente nos testes relacionados à sonolência, em que a ausência de componentes fisiológicos – como o som anasalado característico de bocejo ou a articulação mais relaxada – compromete a naturalidade da expressão. Em contextos pedagógicos, essa limitação tem implicações diretas: a ferramenta não consegue alter-

[11] https://drive.google.com/file/d/1bGMVWH8LxpubTsbll93lQSrMmvR9YKzp/view

nar com fluidez entre diferentes estados emocionais de forma responsiva ao conteúdo ou à situação de aprendizagem. Isso impacta negativamente sua eficiência em atividades que demandam variação afetiva rápida e coerente, como narrações dramáticas, simulações de situações reais ou interações com estudantes em idade infantil, que dependem fortemente da expressividade vocal para compreender e se engajar com o conteúdo apresentado.

Ainda, no contexto do método fônico, a produção de fonemas isolados por meio de IA revelou-se um desafio considerável. A tecnologia apresentou limitações ao tentar reproduzir sons guturais, nasais e fricativos – como o fonema da letra "f". Foram realizados testes com a inserção de pontuações específicas, caracteres especiais, interjeições e letras repetidas, com o objetivo de induzir variações fonéticas – por exemplo, "f...f...fá" ou "ffffáá", na tentativa de representar o som /f/[12]. Outra estratégia adotada foi o uso de palavras naturais que contêm, em sua estrutura, os fonemas desejados.

Um exemplo analisado foi a palavra "afta", selecionada por conter o som da letra "f" de forma sutil e isolável. A proposta era que, com áudios de qualidade suficiente, fosse possível extrair trechos que reproduzem fonemas puros, viabilizando a criação de um banco de sons compatível com os princípios do método fônico. No entanto, os resultados não atenderam às expectativas: as pronúncias geradas pela IA apresentaram distorções e imprecisões que comprometeram a clareza dos fonemas, inviabilizando sua aplicação em contextos educativos.

Os testes realizados evidenciaram que a limitação das vozes sintéticas na expressão convincente de emoções continua sendo um dos principais obstáculos para sua adoção plena em contextos pedagógicos. A incapacidade de controlar de forma precisa e replicável a variação de entonação e a adaptação emocional compromete a coerência afetiva dos áudios utilizados nas interações com o robô BITI, afetando o engajamento e a eficácia comunicativa, especialmente quando se busca simular emoções humanas em atividades educativas.

É importante destacar que, embora os resultados sejam considerados adequados para o contexto de pesquisa, especialmente devido ao

[12] https://drive.google.com/file/d/1cBtdf0a-AEMSb6ySfnT8m1YoprtCX7Z3/view

baixo custo e à praticidade da IA, eles ainda estão aquém do esperado para aplicações artísticas ou profissionais. Nesses casos, a atuação de um dublador humano continua sendo superior, sobretudo na reprodução de nuances emocionais, entonações realistas e controle prosódico – aspectos que, até o momento, a voz sintética não é capaz de replicar com fidelidade comparável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo representa um avanço nas investigações com a plataforma Eleven Labs ao enfrentar o desafio de aprimorar a expressividade emocional do robô BITI, contribuindo para o desenvolvimento de soluções em robótica assistiva voltadas à educação inclusiva. A pesquisa confirma achados anteriores ao demonstrar que a consistência e a previsibilidade vocal são elementos-chave para promover o engajamento de crianças com TEA em interações mediadas por robôs (Feil-seifer; Mataric, 2009; Kozima *et al.*, 2005).

Os testes com clonagem vocal por IA revelaram que, apesar dos avanços recentes, as tecnologias de síntese de fala ainda enfrentam limitações na reprodução natural de emoções humanas, sobretudo em frases que exigem maior carga afetiva. Dificuldades no controle preciso da entonação, do timbre e da prosódia emocional comprometem a fidelidade das expressões geradas, reduzindo sua aplicabilidade em contextos pedagógicos que exigem variabilidade e coerência emocional.

Conclui-se que a abordagem mais viável no cenário atual é o uso de estratégias híbridas, combinando ajustes refinados de parâmetros, variações criativas de *prompts* e curadoria humana. Para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de modelos específicos treinados com vozes infantis e dados emocionais, bem como a adaptação dessas tecnologias às variações regionais da língua portuguesa. Além disso, destaca-se a importância de explorar o uso funcional de diferentes vozes conforme o perfil emocional desejado, e de construir bibliotecas validadas de expressões que possam ampliar a eficácia das aplicações educacionais baseadas em síntese vocal.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. F. **Desenvolvimento de conceitos científicos em crianças com deficiência mental**. 2006. 114f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília, Brasília.

ALBINO, Bruce dos Santos; SANTOS, Rafael Silva. Um levantamento bibliométrico: o uso de IA para Neurodivergentes na Educação Básica Brasileira. **Com a Palavra, o Professor**, v. 9, n. 25, p. 116-134, 2024.

BAR-SHALITA, T.; VATINE, J. J.; PARUSH, S. Sensory modulation disorder: a risk factor for participation in daily life activities. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 50, n. 12, p. 932-937, 2008. Disponível em: Sci-Hub.

BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; e cria a Semana Nacional de Conscientização sobre o Autismo.

BRASIL. **Lei nº 14.254, de 30 de novembro de 2021**. Dispõe sobre o acompanhamento integral para educandos com dislexia ou Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) ou outro transtorno de aprendizagem.

CARRARO, Fabrício. **Inteligência Artificial e ChatGPT:** da revolução dos modelos de IA generativa à Engenharia de Prompt. Casa do Código, 2023.

CASANOVA, Edresson *et al.* Recursos para o processamento de fala. In: **Processamento de linguagem natural:** conceitos, técnicas e aplicações em português. 2023.

CHEN, W.; JIANG, X. Voice-Cloning Artificial-Intelligence Speakers Can Also Mimic Human-Specific Vocal Expression. **Preprints**, 2023. DOI: 10.20944/preprints202312.0807.v1.

CRIVELLARO, Marcos E.; SILVA, Rogério E. da. Expressão de emoção na voz gerada por conversão texto-fala. **Anais do Computer on the Beach**, v. 3, p. 397-398, 2012.

DIAS, A. R. *et al.* Tecnologias assistivas: cartões RFID como ferramenta de auxílio na comunicação de crianças com TEA. In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DE MATO GROSSO (ERI-MT), 12, 2023, Cuiabá/MT. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023.

FEIL-SEIFER, David; MATARIĆ, Maja J. **Toward socially assistive robotics for augmenting interventions for children with autism spectrum disorders**. In: EXPERIMENTAL ROBOTICS: The Eleventh International Symposium.

FRAGOSO, Analice Oliveira *et al.* Dificuldade de leitura em crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade: Relato de intervenção com método fônico. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, v. 13, n. 1, 2013.

GOMES, Erissandra; PEDROSO, Fleming Salvador; WAGNER, Mário Bernardes. Hipersensibilidade auditiva no transtorno do espectro autístico. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 20, p. 279-284, 2008.

INTERNATIONAL PHONETIC ASSOCIATION (IPA). [S. l.], (2025). Disponível em: https://www.internationalphoneticassociation.org/. Acesso em: 7 maio 2025.

JAWORSKI, N.; HIBEAULT, M. D. Technology for teaching: Audacity. Free and open-source software. **Music Educators Journal**, v. 98, n. 2, p. 39-40. 2011. DOI:10.1177/0027432111428745. 2011.

KOZIMA, Hideki; NAKAGAWA, Cocoro; YASUDA, Yuriko. **Interactive robots for communication-care:** A case-study in autism therapy. In: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON ROBOT AND HUMAN INTERACTIVE COMMUNICATION - ROMAN 2005. IEEE, 2005. p. 341-346.

MARTTINS, L. S. **O processo de alfabetização através do método fônico**. 2022. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Pedagogia Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal Goiano, Campus Iporá.

NEEKHARA, P. *et al.* Expressive neural voice cloning. In: ASIAN CONFERENCE ON MACHINE LEARNING, November. **Proceedings** [...]. PMLR, p. 252-267, 2021.

OLIVEIRA, J.; ALBUQUERQUE, F. E. Leitura e escrita em crianças com autismo: o trabalho psicopedagógico a partir do método fônico na Clínica Escola Mundo Autista. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 29, p. 1-15, 2021.

PALMA, Maria Vittória S. R. *et al.* **Integração de Inteligência Artificial e Clonagem de Voz para Manter a Autenticidade e Aperfeiçoar a Interação do Robô Otto com Crianças com TEA**. In: Escola Regional de Informática de Mato Grosso (ERI-MT). SBC, 2024. p. 102-107.

PEPINO, L.; RIERA, P.; BARCHI, G.; GIACCIO, J. Sistema de conversión de texto a habla en español con control de acento, prosodia y clonación de voz. **Memorias de las JAIIO**, v. 8, n. 2, p. 110-111, 2022.

PINHEIRO, A. P. *et al.* Emotional authenticity modulates affective and social trait inferences from voices. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 376, n. 1840, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0402. Acesso em: 7 maio 2025.

REBOUÇAS, Gabriel R. B. *et al.* O potencial da robótica no tratamento terapêutico de crianças com Transtorno do Espectro Autista. In: WORKSHOP SOBRE AS IMPLICAÇÕES DA COMPUTAÇÃO NA SOCIEDADE (WICS), 2023. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 173-183.

ROSENBERG-KIMA, Rinat *et al.* **Human-Robot-Collaboration (HRC):** social robots as teaching assistants for training activities in small groups. In: ACM/IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-ROBOT INTERACTION, 14., 2019. IEEE, 2019. p. 522-523.

SCASSELLATI, B.; ADMONI, H.; MATARIC, M. Robots for use in autism research. **Annual review of biomedical engineering**, v. 14, p. 275-294, 2012.

SEBRA, A. G.; DIAS, N. M. Métodos de alfabetização: delimitação de procedimentos e considerações para uma prática eficaz. **Revista Psicopedagogia**, v. 28, n. 87, p. 306-320, 2011.

SHAYWITZ, Sally E. *et al.* Neural systems for compensation and persistence: young adult outcome of childhood reading disability. **Biological Psychiatry**, v. 54, n. 1, p. 25-33, 2003. Elsevier.

TECNOLOGIAS DIGITAIS E A IA NA EDUCAÇÃO: VISÃO DOS PROFESSORES DA ESCOLA MUNICIPAL ADALCY DA CONCEIÇÃO RODRIGUES EM ALTO ARAGUAIA-MT

Paulo Sérgio Sousa Freire
Escola Municipal Adalcy da Conceição Rodrigues
paulosergiosousa84@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/3651842590893537
Lucas Kriesel Sperotto
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
sperotto@unemat.br - https://orcid.org/0000-0002-4941-7398

Resumo: Atualmente, é importante para os professores saberem utilizar recursos digitais em sala de aula ou mesmo fora dela, pois isso permite modernizar e melhorar a relação ensino-aprendizado. Nesta pesquisa, apresentamos a visão de treze professores da Escola Municipal Adalcy da Conceição Rodrigues com relação ao uso de tecnologias computacionais e inteligência artificial no processo educativo. Este estudo foi fortemente embasado em autores como Kenski (2008) e Tajra (2012), que defendem incisivamente o uso de tecnologias computacionais na educação. O percurso metodológico foi fundamentado com base em observações vivenciadas dentro do Laboratório de Informática Educativa (LIED) da escola. O trabalho tentou responder ao seguinte questionamento: qual seria a visão dos professores com relação às tecnologias computacionais e inteligência artificial quando voltadas para a educação? Para obter as respostas, montou-se um questionário no Google Forms, que foi enviado aos professores e, com base nas respostas, foi feita a análise dos dados e expostos os resultados. Ao fim, os dados demonstraram que grande parte dos professores conhece e usa algum tipo de tecnologia em seus trabalhos como docente. Com relação à IA na educação, alguns têm conhecimento, mas preferem não aplicar tal recurso diretamente em suas aulas, possivelmente por inexperiência ou tradicionalismo.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação. Tecnologias educacionais. Informática educativa. Ensino-aprendizado.

Abstract: *Nowadays, it is essential for teachers to know how to use digital tools both inside and outside the classroom. This enables the modernization and improvement of the teaching-learning relationship. Through this research, we present the perspectives of thirteen teachers from the municipal school Adalcy da Conceição Rodrigues regarding the use of computational technologies and Artificial Intelligence in the educational process. This study is strongly grounded in the works of authors such as Kenski (2008) and Tajra (2012), who firmly advocate for the use of computational technologies in education. The methodological approach was based on observations carried out within the school's Educational In-*

formatics Laboratory (LIED). The study sought to answer the following question: what are teachers views on computational technologies and Artificial Intelligence when applied to education? To obtain answers, a questionnaire was created using Google Forms, which was then distributed to the teachers. Based on their responses, data analysis was conducted and the results were presented. In the end, the findings revealed that most teachers are familiar with and make use of some form of technology in their teaching practices. Regarding AI in education, some are aware of its possibilities, but prefer not to apply it directly in their classes, possibly due to inexperience or a preference for traditional methods.
Keywords: *Artificial Intelligence. Education. Educational technologies. Educational informatics. Teaching-learning.*

INTRODUÇÃO

Na era da informação, saber lidar e conhecer as tecnologias computacionais é essencial. Muitos profissionais, mesmo inseridos em uma sociedade em constante evolução, não estão à parte das mudanças que acontecem a sua volta. Na educação não é diferente, muitas tecnologias digitais foram e estão sendo desenvolvidas como instrumentos de apoio e potencialização do trabalho docente. A inteligência artificial é uma delas. Através dessas ferramentas, o aprendizado pode se tornar mais lúdico, diferenciado e atraente.

Entretanto, será que os docentes conhecem e utilizam esses recursos a seu favor? Saber a opinião dos professores com relação a tais ferramentas é essencial para buscar medidas de adequação para o ensino-aprendizado, oferecer formação complementar aos docentes e mesclar recursos informatizados à sala de aula tradicional. Entende-se que isso facilita os trabalhos dos professores e melhora o aprendizado dos estudantes.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um relato de experiência, apresentando dados qualitativos e quantitativos. As experiências foram vivenciadas dentro do Laboratório de Informática Educativa (LIED) da escola municipal Adalcy da Conceição Rodrigues, no município de Alto Araguaia-MT. Participaram do estudo treze professores da escola citada, que responderam a um questionário, com seis questões, sobre tecnologias e Inteligência Artificial na Educação.

Este estudo está organizado da seguinte maneira: inicialmente, apresentamos um breve contexto do uso das tecnologias na educação no Bra-

sil; posteriormente, o percurso metodológico apresenta os caminhos e procedimentos adotados para a pesquisa. Em seguida, são expostos os resultados e discussão acompanhados das considerações finais.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Tecnologias na Educação no Brasil

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) se fazem presentes em todos os ambientes da atualidade. Elas podem ser consideradas como ferramentas que buscam facilitar a vida das pessoas. Por meio delas, é possível realizar diversas atividades que seriam inviáveis outrora, por exemplo, na segurança, esses recursos são capazes de identificar pessoas, monitorar veículos ou até mesmo prevenir atentados. No setor da saúde, elas são utilizadas para produzir medicamentos, vacinas, exames e diagnósticos mais precisos. Na educação, estão disponíveis *softwares* e ferramentas que auxiliam os professores nas práticas pedagógicas e alunos para um melhor ensino e aprendizado.

Portanto, com as TDICs, os educadores podem preparar atividades inovadoras na sala de aula e no laboratório de informática, tendo à disposição diversos recursos tecnológicos digitais disponíveis na internet e outros que podem ser utilizados sem a necessidade de conexão online.

> Não há dúvidas que as novas tecnologias de informação e comunicação trouxeram mudanças consideráveis e positivas para a educação. Vídeos, programas educativos na televisão e no computador, sites educativos, softwares diferenciados transformam a realidade da aula tradicional, dinamizam o espaço de ensino-aprendizagem, onde anteriormente predominava a lousa, o giz, o livro e a voz do professor (Kenski, 2008, p. 46).

Sendo assim, as TDICs são consideradas instrumentos que podem e devem ser inseridos no processo de ensino e aprendizagem tradicional, expandindo as possibilidades pedagógicas, os conteúdos e contribuindo para a alfabetização digital.

Faz-se necessário lembrar que, quando se trata de tecnologias voltadas ao ensino e aprendizado, alguns países como os Estados Unidos da América (EUA) e a França são considerados pioneiros neste tipo de aplicação. De acordo com Valente (1999, p. 3), "o início da Informática na Educação nos Estados Unidos, no princípio dos anos 70, não foi muito diferente do que aconteceu no Brasil". Segundo o autor, poucas escolas contavam com computadores na década citada e, em sua maioria, as máquinas eram centralizadas dentro das universidades americanas.

> Os primeiros a incluir a informática na educação foram os Estados Unidos da América e a França, eles criaram diversos aspectos neste novo processo educacional, implantaram mudanças nas políticas para a utilização de novas práticas pedagógicas, unidas a um novo elemento de dinamização (Carneiro, 2012, p. 82).

No Brasil, as tecnologias informatizadas também adentraram na Educação na década de 70. A principal porta de entrada foi através de algumas universidades, dentre elas, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O principal marco foi a Conferência Nacional de Tecnologia em Educação Aplicada ao Ensino Superior (I Contece). O evento foi realizado no Rio de Janeiro em 1971, quando o especialista E. Huggins, da Universidade de Dartmouth, EUA, apresentou um seminário voltado ao uso do computador para o ensino de Física. Alguns anos depois, o Governo Federal resolveu implantar diversos programas e projetos para a utilização do computador de maneira eficaz nas escolas públicas do país.

Pais (2009) considera que ainda existe uma lentidão em relação ao processo de inserção das TDICs nas escolas, ou seja, há uma longa caminhada para que essas ferramentas sejam implementadas de forma eficaz. Para o autor supracitado, é necessário obedecer a alguns requisitos mínimos, tais como: capacitação de professores, conhecimentos metodológicos sobre o uso principalmente do computador em sala de aula, e conhecer a máquina e suas funcionalidades.

Nesse contexto, o papel do licenciado em Computação é primordial para, junto com os docentes regentes, construir e adaptar recursos digitais e aplicar às turmas. Uma fragilidade nacional é o desencorajamento dessa formação primordial para o sucesso da educação tecnológica nas escolas.

Segundo Santos (2011), o computador é considerado muito útil quando utilizado em sala de aula para a construção do conhecimento e troca de experiências entre professores e alunos. No entanto, para que esse equipamento possa ter efeito positivo durante as aulas, o profissional orientador ou professor de sala deve ser capacitado para lidar com essa tecnologia.

Acrescentando, Campos (2013) afirma que não adianta distribuir computadores pelo país se os professores não tiverem uma qualificação agregada a uma nova diretriz pedagógica, pois haverá falha no processo de introdução dessas tecnologias na educação.

> Deve-se, então, trabalhar em duas frentes: uma seria o desenvolvimento de um projeto pedagógico apoiado pelo uso de computadores, ou seja, "o computador e suas possibilidades de utilização como ferramenta pedagógica" e, a outra, o desenvolvimento profissional do professor no que diz respeito à sua capacitação para o uso da mencionada ferramenta (Campos, 2013, p. 16).

Nesse contexto, é importante a escola integrar não especificamente apenas o computador no seu Projeto Pedagógico, mas as TDICs de forma geral, visto que atualmente existe uma gama de dispositivos e *softwares* voltados para a educação e muitas destas ferramentas já fazem parte do cotidiano dos estudantes. Em relação a capacitar o professor para lidar com tais tecnologias, o estudo realizado por Freitas (2009), intitulado "A formação de professores diante dos desafios da cibercultura", em escolas particulares e públicas, aponta que mesmo com cursos de preparação para os professores oferecidos pelas secretarias das escolas participantes, esses profissionais não conseguiram integrar o computador e a internet em suas práticas pedagógicas.

Em parte, os resultados dos estudos de Freitas (2009) se equivalem às palavras de Campos (2013). Para Freitas (2009, p. 70), "(...) essa situação revela que não basta equipar as escolas com laboratórios de informática e oferecer cursos de iniciação a esses instrumentos. Isso não é suficiente se não há discussão maior sobre o que se altera na aprendizagem com o uso dessas tecnologias".

Os resultados obtidos por Freitas (2009) nos levam a refletir sobre os reais benefícios obtidos pela utilização das TDICs em sala de aula. No

entanto, Freitas (2009) ainda destaca que as concepções como interatividade, aprendizagem compartilhada, novas maneiras de avaliação não foram debatidas nos seus estudos.

Como visto, na atualidade as TDICs apresentam uma gama de instrumentos. Para a educação, estão disponíveis plataformas online, jogos educacionais e acervo de bibliotecas que podem ser acessados 24 horas por dia. Para isso, basta ter dispositivos como computador, smartphone ou tablet conectados à internet. Uma dessas ferramentas que vêm se destacando para o uso educacional é a Inteligência Artificial (IA). Essa tecnologia está provocando mudanças significativas em diversas áreas da sociedade, como na economia, nas transações, no processo de pesquisa, nas construções e até mesmo no desenvolvimento sustentável em geral.

A IA na educação permite aos professores e estudantes obterem informação em tempo recorde. Com esse recurso, o docente pode montar jogos de matemática, textos de língua portuguesa, construir um experimento de física digital e utilizar Sistema Inteligente de Tutoria (ITS), além dos sistemas de ensino personalizado, nos quais o professor elabora atividades levando em consideração o nível de conhecimento de cada estudante. A plataforma Khan Academy é um exemplo (https://pt.khanacademy.org/).

Com relação à IA na educação, Tavares (2020, p. 13) destaca que "[...] é fundamental que essa apropriação seja planejada, gradativa, com um enfoque maior no suporte e não de robotização do ensino". Através da utilização de IA, é possível analisar dados, encontrar correlações entre diferentes fontes de informação e reconhecer padrões. Isso facilita para que os professores e educadores possam elaborar atividades de intervenção e estratégias com foco na melhoria do aprendizado dos estudantes. Mas será que os professores conhecem essa tecnologia? Se conhecem, conseguem utilizá-la em suas aulas? A seguir, discutiremos essas questões em mais profundidade.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho é um relato de experiência vivenciado dentro do LIED durante as práticas pedagógicas executadas com alunos da pré-

escola ao 5º ano da educação básica. Embora seja um relato de experiência, a pesquisa também explora dados qualitativos e quantitativos.

> A pesquisa quantitativa busca explanar causas das mudanças nos fatos sociais, principalmente por meio de medida objetiva e análise quantitativa. Seu objetivo básico é a predição, a testagem de hipótese e a generalização [...]. Por outro lado, a pesquisa qualitativa rejeita a possibilidade de descoberta de leis sociais e está mais preocupada com a compreensão (*versteher*) ou interpretação do fenômeno social, com base nas perspectivas dos atores por meio da participação em suas vidas (Taylor; Borgdan, 1984 apud Gamboa, 2013, p. 41).

A escola municipal Adalcy da Conceição Rodrigues é uma instituição que trabalha com os anos iniciais do aprendizado, compreendendo séries do Pré I ao quinto ano nos horários matutino e vespertino, e uma turma noturna de anos iniciais com a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Todas as turmas visitam o LIED semanalmente, onde os professores regentes repassam o conteúdo visto em sala de aula com antecedência para os professores de informática. Em seguida eles realizam pesquisas sobre o assunto e passam a integrá-los nas aulas de informática.

Durante as aulas no LIED, são abordados os mais variados temas relacionados a todas as disciplinas do currículo da escola, principalmente Língua Portuguesa e Matemática. As aulas no LIED são elaboradas da seguinte maneira: durante a formação continuada, os professores do LIED conversam com cada professor da disciplina a ser trabalhada. Essa conversa versa sobre o conteúdo que será abordado naquela semana. Com o conteúdo delimitado, são selecionados alguns recursos digitais, como jogos, textos online e animações, dentro da temática sugerida pelo professor regente. Os recursos são testados e revisados pelos professores do LIED para verificar se atendem à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

As principais plataformas digitais utilizadas no LIED são as seguintes: escolagames.com.br, wordwall.net e jogoseducativos.hvirtua.com. É importante mencionar que muitas das ferramentas citadas anteriormente contam com o sistema de IA para elaborar as atividades com base no conteúdo e séries dos estudantes.

No entanto, com a rotina de aplicação das aulas no LIED, percebeu-se que a maioria dos professores regentes não sugeria, ou apontava, tecnologias que poderiam ser mescladas, não somente nas aulas de informática, mas também em sua própria sala de aula. E, quando se fala de IA como recurso para o aprendizado, o vácuo era mais evidente.

Dentro do LIED, um dos recursos que mais se destaca, e é utilizado pelos professores de informática, conta com recurso de IA para geração das atividades pedagógicas. Essa ferramenta é a plataforma wordwall.net, na qual se encontram inúmeras atividades prontas e permite a criação e adaptação de jogos em cima do conteúdo a ser ministrado.

Com base nessa problemática, resolveu-se elaborar um questionário online que possibilite evidenciar a visão dos professores com relação à utilização de IA na educação. Para De Sousa (2023, p. 11), os questionários em uma pesquisa "[...] permitem coletar dados de forma prática e eficiente, fornecendo informações valiosas [...]".

Destaca-se que, para este estudo, treze professores da Escola Municipal Adalcy da Conceição Rodrigues participaram e responderam a um questionário online. O questionário, intitulado "Inteligência Artificial na Educação: a Visão dos professores da Escola Municipal Adalcy da Conceição Rodrigues", continha seis questões e foi enviado aos participantes por meio de um link. Após a coleta das respostas, os resultados foram analisados. As questões elaboradas, os resultados obtidos e a análise detalhada são apresentados no próximo tópico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

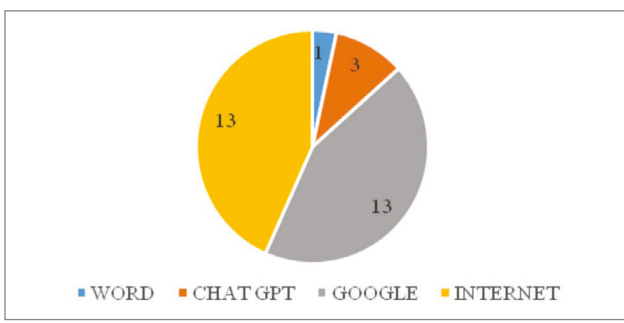
Na reflexão sobre TDICs na educação, surgem várias dúvidas, principalmente com relação aos resultados da aplicação destes aparatos quando voltados ao ensino e aprendizado dos estudantes. Ainda, outra variante está relacionada aos conhecimentos do docente em lidar com tais recursos. Quando se refere ao campo de atuação da IA como ferramenta de apoio educacional, será que os professores conhecem, lidam ou utilizam esse recurso para as suas aulas? Pensando nisso, o questionário deste estudo abordou as seguintes perguntas feitas aos professores participantes:

1. Você utiliza alguma ferramenta digital para elaborar suas aulas? Se sim, qual?

Da pesquisa com treze professores, apenas um afirmou não utilizar ferramentas digitais para preparar suas aulas. A professora A. M. D. comentou: "Ainda não fiz uso dessa ferramenta". Esse resultado mostra que a maioria dos participantes incorpora a tecnologia como um recurso complementar em suas aulas, o que se alinha com o pensamento de Tajra (2012, p. 39): "Não vejo a possibilidade de não utilizá-la, pois não se trata apenas de um instrumento com fins limitados, mas com várias possibilidades, tais como pesquisas, simulações, comunicações, ou simplesmente, para entretenimento".

Quando se pediu para os que utilizam apontar tais ferramentas, obtivemos o seguinte resultado:

Gráfico 1 - Ferramentas digitais apontadas pelos professores (2025)

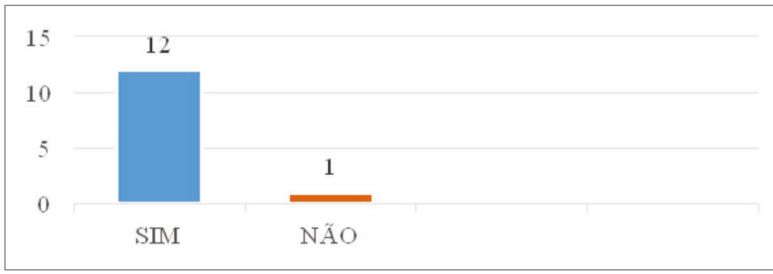


Fonte: Autoria própria.

Com base nas respostas dos professores, as principais ferramentas digitais citadas foram: **Google (44%), Internet (43%), ChatGPT (10%) e Word (3%)**. Alguns participantes, como a professora N. B. S., mencionaram o uso de múltiplas ferramentas, incluindo "Sites da Internet, câmeras, jogos e plataformas virtuais".

Os participantes foram indagados se esses meios digitais contribuem de alguma forma para o seu aprendizado e aprendizado dos seus alunos. O gráfico a seguir apresenta as suas respostas.

Gráfico 2 - Recursos digitais contribuem no aprendizado dos professores e alunos (2025)

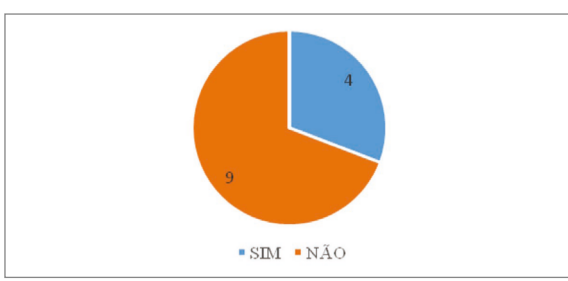


Fonte: Autoria própria.

Como visto no gráfico anterior, apenas um professor considera que os meios digitais não contribuem para seu aprendizado ou aprendizado dos seus alunos. A professora S. P. destaca: "Esses recursos demonstram estratégias, direcionamentos para realizarmos as adequações". Ou seja, o que se pode fazer é mesclar o conteúdo abordado na sala de aula com os meios digitais, isso no sentido de buscar tornar as aulas mais atraentes, interessantes e lúdicas.

Questionou-se ainda aos professores se eles possuíam alguma dificuldade ao manipular os recursos tecnológicos. Se sim, qual? E o que faziam para melhorar? O gráfico abaixo apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 3 - Professores com dificuldade em manusear algum recurso tecnológico (2025)



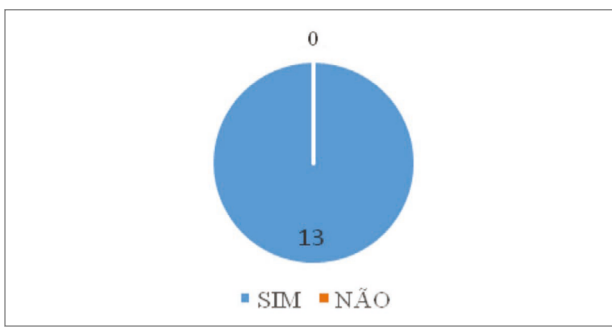
Fonte: Autoria própria.

Com base nos dados, 69% dos professores relataram não ter dificuldades em manusear os recursos tecnológicos, e 31% apresentaram ter

algum tipo de dificuldade. Quando indagados sobre o que faziam para sanar essas dificuldades, a professora J. R. M. relata: "Quando não consigo, procuro ajuda acessando o Google para pesquisas". Para Tajra (2012, p. 126), "a Internet traz muitos benefícios para a educação, tanto para os professores quanto para os alunos. Com ela, é possível facilitar as pesquisas, sejam grupais ou individuais". Ou seja, é um meio facilitador e intermediador quando o objetivo é minerar conhecimento.

Com o avanço das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na educação, a Inteligência Artificial (IA) emergiu como uma ferramenta de grande relevância. Diante disso, o estudo buscou investigar se os professores participantes já tinham conhecimento sobre IA. Os resultados dessa indagação são apresentados a seguir.

Gráfico 4 - Professores que já ouviram falar de IA (2025)



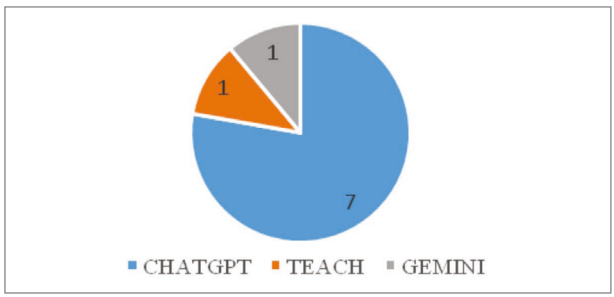
Fonte: Autoria própria.

Depreende-se que, de acordo com os dados apresentados no gráfico, 100% dos participantes já ouviram falar em IA, o que sugere um amplo reconhecimento desse recurso no cenário educacional. Essa familiaridade é esperada, dada a ampla divulgação da IA nas mídias e meios de comunicação. No entanto, o desafio principal não é o conhecimento da existência da IA, mas sim se esses docentes, mesmo cientes, sabem utilizar efetivamente esse novo recurso em suas práticas diárias.

Para investigar o uso prático, os participantes foram questionados se utilizam ou já utilizaram IA para pesquisar ou elaborar suas aulas. Dos 13 participantes, 8 responderam que sim; 3 responderam que não e 2 afirmaram utilizar IA para outras finalidades educacionais.

Em seguida, foi solicitado aos professores que utilizam IA que apontassem as ferramentas empregadas. Os resultados obtidos são apresentados a seguir.

Gráfico 5 - IAs utilizadas por professores para as suas aulas (2025)

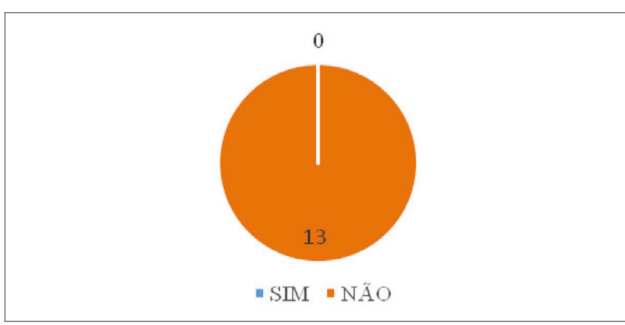


Fonte: Autoria própria.

Como observado, as ferramentas de IA mais utilizadas pelos professores são **ChatGPT (78%), IA Teach (11%) e Gemini (11%)**, com o ChatGPT em claro destaque. É importante notar que não apenas professores, mas também muitos alunos, estão explorando o potencial dessa ferramenta para diversas finalidades, como a elaboração de trabalhos e a resolução de atividades em sala de aula.

Em seguida, questionou-se aos professores se eles acreditam que a inteligência artificial pode substituir o trabalho docente no futuro. O gráfico a seguir apresenta os resultados dessa pergunta.

Gráfico 6 - A IA pode substituir o trabalho docente? (2025)



Fonte: Autoria própria.

As respostas dos professores revelam uma concordância geral de que a inteligência artificial não substituirá o docente, mas sim o auxiliará. A professora J. R. M. ressaltou: "Não, mesmo sendo uma ferramenta de muitas possibilidades, mas se você não souber trabalhar com ela, não adianta nada". Complementando essa visão, a professora M. H. afirmou: "Substituir não, agilizar e potencializar sim!".

A professora A. M. D. reforçou essa ideia, dizendo: "Não, ela poderá aprimorar o fazer pedagógico, mas nunca substituí-lo". Da mesma forma, a professora N. B. S. declarou: "Não, acredito que poderá auxiliar os professores, mas substituí-lo, jamais".

Um ponto crucial levantado pela professora D. P. é a importância dos vínculos afetivos e do olhar atento às necessidades socioemocionais e educacionais dos alunos, algo que a IA não pode replicar: "Não, o trabalho do professor envolve vínculos afetivos, a necessidade de um olhar atento às necessidades socioemocionais e educacionais de cada aluno. A IA pode gerar conteúdos e trazer informações, mas só um professor pode ensinar o aluno a usar estas informações em seu cotidiano de forma ética e crítica".

A partir das respostas, fica claro que a IA não se destina a substituir os professores, mas sim a complementar suas atividades de estudo, pesquisa e elaboração de aulas. É fundamental que os docentes se preparem e se capacitem para utilizar essa ferramenta, pois o profissional que não se atualiza corre o risco de ser preterido por colegas que dominam essas novas tecnologias.

Cabe destacar que, embora a pesquisa tenha ocorrido sem maiores problemas, um desafio notado foi a demora dos professores em responder ao questionário, possivelmente devido à falta de tempo ou à rotina agitada do dia a dia.

É importante ressaltar que, a IA, como qualquer recurso tecnológico emergente, deve ser vista como uma ferramenta para aumentar a produtividade. Os professores devem buscar conhecê-la e utilizá-la para otimizar suas tarefas e gerenciar melhor seu tempo, em vez de encará-la como uma ameaça à sua profissão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como evidenciado ao longo do estudo, as TDCIs são ferramentas essenciais nos dias atuais. Quando voltadas para a educação, são tidas como recurso para professores e estudantes. Diante do exposto e com base na pesquisa apresentada, percebemos que nem todos os professores conhecem ou utilizam as tecnologias que estão em ascensão na educação. Isso talvez por falta de conhecimento ou curiosidade em pesquisá-las. Por outro lado, a exposição dos dados indica que apenas uma professora não conhece e não aplica os recursos digitais em sua aula ou para a sua elaboração.

Nesse contexto, a formação e a capacitação dos profissionais de ensino são vitais para o sucesso e a implantação de novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. A escola, como preparadora de cidadãos capazes de viver plenamente em sociedade, deve absorver as novas tecnologias e utilizá-las em seu cotidiano, garantindo que os alunos sejam capazes de trabalhar com isso em sua vida pessoal e profissional.

Outro ponto de vista importante e destacado foi em relação à substituição da IA pelo professor em sala de aula. As respostas apontam que a presença física do professor se faz necessária para conduzir a aula, o conteúdo e formar um estudante crítico e consciente dos seus direitos e deveres como cidadão. A relação mestre-aprendiz nunca será substituída, principalmente quando tratamos o ensino-aprendizagem como um processo de troca de conhecimento entre esses dois atores. Por mais que a IA consiga relacionar uma grande quantidade de informação, questões locais e práticas regionais, bem como a vivência do educador, são fatores que, na nossa visão, não poderão ser reproduzidos pelas tecnologias.

A partir da investigação acerca do uso de IA na educação, ficou evidente que os professores a estão utilizando com mais frequência e que esse recurso se tem mostrado bastante eficaz para montar aulas, elaborar atividades e conduzir pesquisas. Portanto, os objetivos do presente estudo foram alcançados. Para estudos posteriores, será necessário aprofundar o tema dentro do laboratório de informática, com pesquisas direcionadas à utilização de IA para montar jogos levando em consideração o nível de aprendizado de cada estudante, e posteriormente medir o grau de evolução do aprendizado deles dentro de cada disciplina e, se neces-

sário, realizar acompanhamento utilizando plataformas de ensino personalizado. A capacitação prévia dos professores regentes também será um objeto a se trabalhar futuramente, bem como o impacto dessa capacitação nas práticas educacionais.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, F. C. *et al.* **Cooperação e Aprendizagem online**. Rio de Janeiro: DP&A, 2013.

CARNEIRO, R. **Informática na Educação:** Representações sociais no cotidiano. São Paulo: Cortez, 2012.

DE SOUSA BASTOS, Jennifer Ester *et al.* O Uso do Questionário como Ferramenta Metodológica: potencialidades e desafios. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 3, p. 623-636, 2023.

FREITAS, Maria Teresa de Assunção. A formação de professores diante dos desafios da cibercultura. In: **Cibercultura e formação de professores**. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

GAMBOA, Silvio Sánches. Tendências epistemológicas: dos tecnicismos e outros "ismos" aos paradigmas científicos. In: SANTOS FILHO, José Camilo dos; GAMBOA, Silvio Sánches (org.). **Pesquisa educacional:** quantidade-qualidade. v. 8, 2013.

KENSKI, M. V. **Educação e Tecnologias:** O Novo Ritmo da Informação. 3. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007. (Coleção Papirus Educação).

PAIS, L. C. **Educação Escolar e as Tecnologias da Informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

SANTOS, J. C. **A Informática na Educação Contribuindo para o Processo de Revitalização Escolar**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática da Educação:** novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade. 9. ed. rev. e ampl. São Paulo: Érica, 2012.

TAVARES, Luis Antonio; MEIRA, Matheus Carvalho; DO AMARAL, Sergio Ferreira. Inteligência artificial na educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020.

VALENTE, José Armando (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999. 156 p.

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NOS CURSOS A DISTÂNCIA: VANTAGENS, DESVANTAGENS E DESAFIOS

Gilson Justino Ferreira dos Santos
Escola Técnica Estadual de Lucas do Rio Verde (Seciteci/MT)
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai - Lucas do Rio Verde)
gilsondbv@yahoo.com.br - http://lattes.cnpq.br/3658013831192433

Resumo: Este artigo analisa a inserção da Inteligência Artificial (IA) na Educação a Distância (EaD), com foco em suas principais vantagens, desvantagens e desafios. A pesquisa, de caráter qualitativo e bibliográfico, fundamenta-se em autores contemporâneos da área da tecnologia educacional, explorando a forma como a IA está transformando as práticas pedagógicas, administrativas e formativas nos ambientes virtuais de aprendizagem. Entre os principais benefícios identificados estão a personalização do ensino, o acompanhamento em tempo real do desempenho discente, a automação de tarefas burocráticas e o fortalecimento da autonomia dos alunos. Também se destaca o potencial da IA para gerar dados educacionais estratégicos e apoiar a gestão acadêmica. Contudo, o uso da IA suscita desafios éticos, pedagógicos e estruturais, como a desumanização do ensino, a exclusão digital, a fragilidade na proteção de dados e a necessidade de formação técnica e continuada dos professores. A análise demonstra que, embora a IA represente um avanço expressivo para a inovação educacional, sua implementação deve ser pautada por princípios de equidade, acessibilidade e ética. O estudo conclui que o sucesso da IA na EaD depende diretamente de políticas públicas eficazes, investimentos em infraestrutura digital e da articulação entre os diversos atores educacionais. Assim, a tecnologia deve ser compreendida não apenas como ferramenta, mas como elemento transformador da cultura educacional contemporânea.
Palavras-chave: Educação a Distância. Inteligência Artificial. Tecnologia educacional. Vantagens. Desafios.

Abstract: *This article analyzes the integration of Artificial Intelligence (AI) in Distance Education (DE), focusing on its main advantages, disadvantages, and challenges. The research, qualitative and bibliographic in nature, is based on contemporary authors in the field of educational technology, exploring how AI is transforming pedagogical, administrative, and formative practices in virtual learning environments. Among the main benefits identified are the personalization of teaching, real-time monitoring of student performance, automation of bureaucratic tasks, and the strengthening of student autonomy. The potential of AI to generate strategic educational data and support academic management is also highlighted. However, the use of AI raises ethical, pedagogical, and structural challenges, such as the dehumanization of teaching, digital exclusion, weak data protection, and the need for ongoing technical teacher training. The analysis shows that although AI represents a significant advancement in educational*

innovation, its implementation must be guided by principles of equity, accessibility, and ethics. The study concludes that the success of AI in DE depends directly on effective public policies, investment in digital infrastructure, and collaboration among the various educational stakeholders. Thus, technology should be understood not merely as a tool, but as a transformative element of contemporary educational culture.
Keywords: *Distance Education. Artificial Intelligence. Educational technology. Advantages. Challenges.*

INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) tem passado por profundas transformações impulsionadas pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), as quais reconfiguram não apenas as metodologias de ensino, mas também os papéis de professores e alunos, os processos avaliativos e as relações de aprendizagem. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) desponta como uma das inovações mais disruptivas da atualidade, trazendo consigo uma série de possibilidades e desafios que impactam diretamente o cotidiano educacional. O avanço da IA nos ambientes virtuais de aprendizagem vem promovendo experiências mais dinâmicas, personalizadas e interativas, por meio da automação de tarefas, análise de dados educacionais e desenvolvimento de sistemas de tutoria inteligente.

Cabe salientar que a adoção da IA no contexto da EaD representa, por um lado, um potencial promissor para a superação de limites históricos, como o atendimento individualizado em turmas extensas e a ampliação do acesso à educação de qualidade em regiões remotas. Por outro lado, suscita questões sensíveis, como a desumanização dos processos formativos, a dependência tecnológica, os riscos à privacidade dos dados e a exclusão digital de grupos vulneráveis. Além disso, exige uma reconfiguração na formação dos professores, que precisam estar preparados não apenas para utilizar as tecnologias, mas também para compreendê-las criticamente, integrando-as de forma ética e pedagógica à prática docente.

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo investigar as principais vantagens, desvantagens e desafios da utilização da inteligência artificial nos cursos de Educação a Distância, destacando a importância de sua implementação responsável, crítica e reflexiva. A justificativa da pesquisa está ancorada na necessidade urgente de compreender

o papel estratégico da IA na transformação dos processos educacionais contemporâneos, especialmente no contexto pós-pandêmico, em que a EaD passou a ocupar um lugar central nas políticas públicas e nos projetos pedagógicos institucionais.

Assim, a relevância do estudo reside na contribuição para o debate acadêmico e prático acerca do uso ético e eficaz da IA na EaD, propondo reflexões que envolvem não apenas os aspectos técnicos, mas também as implicações sociais, culturais e políticas que envolvem essa integração. Com base em revisão bibliográfica de autores nacionais e internacionais, o artigo busca lançar luz sobre as tensões e possibilidades dessa nova realidade, apontando caminhos para a construção de uma educação digital mais humana, acessível e transformadora.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 A Inclusão da Inteligência Artificial no Ensino Fundamental na China: uma estratégia global

A China anunciou que, a partir de setembro de 2025, as escolas de ensino fundamental e médio de Pequim terão aulas obrigatórias de Inteligência Artificial (IA). Essa medida tem como objetivo posicionar o país como líder mundial em tecnologia, por meio da formação de uma nova geração capacitada a lidar com os desafios e transformações proporcionados pela IA. As escolas deverão incluir no mínimo oito horas anuais de conteúdos voltados à temática, seja por meio de disciplinas específicas, seja integrando a IA a outras áreas, como ciências e tecnologia da informação (UOL, 2025).

Essa ação está alinhada ao plano estratégico da China de alcançar a liderança em inteligência artificial até 2030. Exemplo disso é o lançamento do modelo DeepSeek-R1, comparável ao ChatGPT, que representa um avanço expressivo do país no desenvolvimento de soluções tecnológicas de alto desempenho a custos acessíveis (Exame, 2025). Ao integrar a IA no currículo escolar, a China visa não apenas formar mão de obra qualificada, mas também estabelecer uma cultura de inovação desde a infância.

O conteúdo programático dessas aulas abrange conceitos fundamentais de IA, como aprendizado de máquina, algoritmos e até reflexões éticas sobre o uso da tecnologia. A proposta ainda prevê parcerias entre escolas e universidades, com o intuito de identificar e desenvolver talentos excepcionais desde o início da formação escolar (Gizmodo, 2025). Essa estratégia integrada mostra um compromisso claro com a preparação da população para uma era cada vez mais digital e automatizada.

A iniciativa evidencia a urgência de repensar os sistemas educacionais tradicionais ante as rápidas mudanças tecnológicas. Enquanto países ocidentais ainda debatem a inserção da IA na educação básica, a China implementa políticas concretas com metas definidas. Assim, consolida-se como referência no cenário internacional, mostrando que o investimento estratégico em educação tecnológica é essencial para garantir protagonismo global no futuro (Exame, 2025).

1.2 Vantagens da inteligência artificial nos cursos a distância

O uso de IA na EaD proporciona vantagens significativas, como o acompanhamento em tempo real do progresso dos alunos, a personalização de trilhas de aprendizagem e a automatização de processos burocráticos. Segundo Lima e Barbosa (2022, p. 84), "a IA oferece soluções que ampliam a capacidade do docente em acompanhar e atender individualmente cada estudante, mesmo em turmas numerosas".

Ferramentas como tutores virtuais, corretores automáticos e sistemas adaptativos permitem que os alunos avancem em seu próprio ritmo, promovendo maior engajamento e autonomia. Além disso, a IA pode oferecer relatórios detalhados sobre o desempenho dos estudantes, auxiliando na tomada de decisão por parte da equipe pedagógica.

1.3 Desvantagens e limitações

Apesar das contribuições, a IA também apresenta limitações e riscos, como a substituição de atividades humanas por sistemas automatizados, o que pode comprometer a dimensão afetiva e relacional do ensino. De acordo com Santos e Oliveira (2021, p. 59), "a dependência excessiva de tecnologias pode provocar uma desumanização no pro-

cesso de aprendizagem, dificultando o desenvolvimento de competências socioemocionais".

Há ainda questões ligadas à privacidade dos dados dos estudantes, à dificuldade de adaptação de professores e alunos a novas tecnologias e à exclusão digital, agravadas pela desigualdade de acesso a recursos tecnológicos em diferentes contextos socioeconômicos.

1.4 Desafios para implementação da inteligência artificial na EaD

A implementação da IA em cursos a distância exige investimentos estruturais e humanos. Entre os desafios identificados, estão a formação continuada dos professores, a adequação das plataformas de ensino, a elaboração de políticas educacionais inclusivas e a regulamentação ética do uso da IA.

Para que a IA seja aplicada de forma eficaz e ética, é necessário um planejamento institucional que envolva múltiplos atores: gestores, desenvolvedores, docentes e estudantes. Conforme aponta Almeida (2020), a integração da IA na educação deve ser pautada por princípios de equidade, acessibilidade e respeito à diversidade dos aprendizes.

1.5 Inteligência artificial e Educação: desafios, possibilidades e implicações éticas

A ascensão da inteligência artificial (IA) no contexto educacional tem provocado debates intensos sobre o papel das tecnologias digitais na formação docente e na redefinição dos processos de ensino e aprendizagem. As chamadas tecnologias de primeira e segunda geração, conforme categorizadas por Parreira, Lehmann e Oliveira (2021), distinguem-se pela profundidade do impacto na prática pedagógica. Enquanto as primeiras atuam como ferramentas de apoio, as segundas – baseadas em sistemas autônomos – desafiam diretamente as funções tradicionais do educador, levantando questões quanto à permanência e ressignificação da profissão docente.

A pesquisa empírica apresentada por Parreira *et al.* (2021) evidencia que muitos docentes universitários reconhecem os benefícios das tecno-

logias educacionais, mas ainda enfrentam dificuldades em lidar com os avanços mais disruptivos da IA. A familiaridade com ambientes virtuais, aplicativos e redes sociais é maior entre os docentes mais jovens, porém o desconhecimento sobre automação e *machine learning* revela um hiato formativo preocupante. Isso sugere a necessidade urgente de atualizar a formação docente para contemplar habilidades tecnológicas mais avançadas, adaptadas à era digital.

Complementando essa visão, Machado (2021) defende que a inteligência artificial não deve ser apenas inserida nas escolas como mais uma ferramenta, mas como elemento transformador da própria estrutura educacional. Ele discute o potencial dos sistemas inteligentes para personalizar o ensino, analisando dados de desempenho de alunos e professores para traçar caminhos educacionais mais eficazes. No entanto, o autor alerta que essas possibilidades dependem de infraestrutura, políticas públicas e, sobretudo, da disposição ética para partilhar e proteger os dados educacionais.

O cruzamento entre as abordagens revela que o uso da IA pode tanto potencializar práticas pedagógicas quanto enfraquecer o papel do professor, caso não haja políticas inclusivas e reflexões éticas. A automação de tarefas rotineiras e a personalização do ensino podem parecer avanços positivos, mas escondem o risco da desumanização da educação, se não forem acompanhados por princípios pedagógicos sólidos e baseados em relações humanas e dialógicas.

As preocupações com a privacidade e o uso de dados, especialmente de menores de idade, são destacadas por Machado (2021), que lembra a importância da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil. Projetos como o Google Educação evidenciam o delicado equilíbrio entre acesso à tecnologia e preservação da autonomia das comunidades escolares. A entrada de grandes corporações no campo educacional precisa ser cuidadosamente regulada, para evitar a mercantilização da educação e a exploração indevida de dados sensíveis.

Assim, ante a essas tensões, os autores convergem na proposta de um novo modelo educacional, que integre a IA de forma crítica e reflexiva, respeitando a diversidade cultural, social e pedagógica das instituições. Parreira *et al.* (2021) destacam experiências como a École 42, na França, como exemplos de inovações radicais em processos de aprendizagem. Nes-

sas propostas, o estudante assume papel ativo, colaborativo e autônomo, enquanto o professor atua como mediador e curador de experiências significativas, valorizando a aprendizagem por projetos e desafios reais.

Portanto, a incorporação da inteligência artificial na educação exige mais do que investimentos tecnológicos: requer um compromisso ético, formativo e social com a construção de uma escola conectada com o presente, mas orientada para um futuro inclusivo e sustentável. O desafio não está apenas nas máquinas, mas em como os seres humanos – educadores, gestores, estudantes e legisladores – se organizarão para garantir que o conhecimento continue a ser um bem coletivo, acessível e emancipador.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa e de natureza exploratória, com abordagem predominantemente bibliográfica. Esse delineamento metodológico foi escolhido por permitir uma análise aprofundada e crítica do fenômeno em estudo – a inserção da Inteligência Artificial (IA) nos cursos de Educação a Distância (EaD) – a partir do levantamento, organização e interpretação de dados secundários disponíveis na literatura científica contemporânea.

A abordagem qualitativa justifica-se pelo interesse em compreender os significados atribuídos pelos autores aos impactos da IA na educação, privilegiando aspectos subjetivos, éticos e contextuais que não podem ser quantificados ou reduzidos a análises estatísticas. A pesquisa exploratória, por sua vez, permitiu identificar tendências emergentes, lacunas e controvérsias presentes nos estudos analisados, oferecendo uma base sólida para formulações teóricas e reflexões pedagógicas.

Destaca-se que a revisão bibliográfica foi realizada com foco em publicações nacionais e internacionais produzidas entre os anos de 2018 e 2024, contemplando artigos científicos, livros, dissertações, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados ao uso da IA na educação, especialmente em ambientes virtuais de aprendizagem. As fontes foram selecionadas a partir de critérios de relevância, atualidade e credibilidade acadêmica, utilizando bases de dados como Scielo, Google Acadêmico, Capes Periódicos e repositórios institucionais.

Durante o processo de análise, as informações coletadas foram organizadas por categorias temáticas: vantagens da IA na EaD, desvantagens e limitações, e desafios para a implementação ética e eficaz. Essa categorização permitiu uma leitura crítica e comparativa dos diferentes pontos de vista apresentados pelos autores, possibilitando a elaboração de sínteses e inferências alinhadas aos objetivos do estudo.

Assim, a metodologia adotada buscou garantir rigor científico, coerência argumentativa e relevância social, contribuindo para o fortalecimento do debate sobre o papel da inteligência artificial no cenário educacional contemporâneo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos por meio da revisão bibliográfica revelou que a Inteligência Artificial (IA) tem desempenhado um papel cada vez mais relevante na reformulação dos cursos a distância, tanto no plano pedagógico quanto no gerencial. Um dos principais resultados observados é a capacidade da IA em promover a personalização da aprendizagem, por meio de plataformas adaptativas, tutores virtuais e sistemas de monitoramento de desempenho que identificam padrões e ajustam os conteúdos às necessidades individuais dos estudantes. Conforme apontado por Lima e Barbosa (2022), esse aspecto contribui diretamente para o aumento do engajamento, da autonomia e da eficiência no processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, a IA tem se mostrado uma ferramenta valiosa para a gestão acadêmica, permitindo a automatização de tarefas administrativas, a geração de relatórios de desempenho em tempo real e a otimização do tempo dos docentes, que podem se concentrar mais na mediação pedagógica. Tais aplicações revelam o potencial da IA como aliada na racionalização dos processos educacionais, sobretudo em instituições que operam com grandes contingentes de alunos.

No entanto, a análise crítica da literatura também evidencia uma série de limitações e riscos associados à adoção indiscriminada da IA na EaD. Um dos principais pontos de atenção refere-se à desumanização das interações educacionais, já que sistemas automatizados tendem a reduzir

a dimensão afetiva, relacional e dialógica do processo formativo. Santos e Oliveira (2021) destacam que o uso excessivo de tecnologias pode comprometer o desenvolvimento de competências socioemocionais, fundamentais para a formação integral dos indivíduos.

Outro desafio recorrente diz respeito à exclusão digital, intensificada pelas desigualdades socioeconômicas que limitam o acesso a equipamentos, conectividade e letramento digital. A literatura indica que, em contextos marcados por vulnerabilidade social, a implementação de tecnologias avançadas sem políticas compensatórias pode aprofundar disparidades já existentes, comprometendo o princípio da equidade educacional.

Ademais, aspectos éticos como o uso de dados sensíveis, a transparência dos algoritmos e a privacidade dos usuários aparecem de forma recorrente nas discussões sobre IA na educação. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), no contexto brasileiro, representa um marco importante na regulamentação dessas questões, mas sua aplicação ainda encontra desafios na prática cotidiana das instituições educacionais.

Convém salientar que a formação docente desponta como um dos pontos mais críticos para a efetiva implementação da IA. Estudos analisados apontam que muitos educadores ainda não estão preparados para lidar com ferramentas baseadas em inteligência artificial, seja por desconhecimento técnico, seja por resistência à inovação. Assim, torna-se essencial investir em programas de capacitação contínua que abordem, de forma crítica, tanto os aspectos operacionais quanto os fundamentos ético-pedagógicos da IA.

O uso da IA na EaD, embora apresente inúmeros benefícios, requer uma abordagem sistêmica e planejada, que envolva gestores, professores, estudantes e desenvolvedores. A integração bem-sucedida dessa tecnologia depende da existência de políticas públicas claras, infraestrutura tecnológica adequada e um compromisso institucional com a construção de uma educação mais humanizada, inclusiva e inovadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) nos cursos de Educação a Distância (EaD) representa uma das mais significativas transfor-

mações no cenário educacional contemporâneo. Como demonstrado ao longo deste estudo, a IA oferece um vasto leque de possibilidades para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem, destacando-se pela capacidade de personalizar trilhas educativas, otimizar a gestão acadêmica e ampliar o acesso ao conhecimento por meio de soluções tecnológicas escaláveis. Essas contribuições apontam para um futuro educacional mais flexível, adaptativo e centrado nas necessidades individuais dos estudantes.

Contudo, o artigo também evidenciou que a adoção da IA não está isenta de limitações e riscos. A desumanização das relações pedagógicas, a dependência excessiva de sistemas automatizados, a exclusão digital e as questões éticas relacionadas ao uso de dados pessoais emergem como preocupações centrais que precisam ser enfrentadas com seriedade e responsabilidade. A ausência de políticas públicas consistentes, a desigualdade de acesso às tecnologias e a carência de formação técnica entre os docentes são barreiras que podem comprometer a eficácia e a equidade do uso da IA na EaD.

Diante desse cenário, conclui-se que o sucesso da implementação da IA nos ambientes educacionais depende diretamente de um esforço coletivo e multidimensional. É fundamental que gestores, educadores, desenvolvedores e formuladores de políticas públicas atuem de forma articulada, promovendo ações integradas que garantam não apenas a funcionalidade das tecnologias, mas também sua adequação aos princípios éticos, pedagógicos e inclusivos que devem nortear a prática educacional.

A formação docente contínua, a regulamentação do uso da IA com base na legislação vigente (como a LGPD), e o investimento em infraestrutura tecnológica são elementos indispensáveis para que a IA contribua efetivamente para a democratização do ensino e a valorização do processo formativo. Somente com uma abordagem crítica, reflexiva e humanizada será possível transformar os desafios da IA em oportunidades reais de inovação e transformação social.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos que analisem os impactos concretos da IA sobre a aprendizagem dos alunos em diferentes níveis e contextos educacionais, bem como investigações que explorem as percepções de professores e estudantes sobre a utilização dessa tecnologia em seu cotidiano. A

compreensão dessas experiências poderá contribuir para a construção de modelos mais eficazes, sustentáveis e sensíveis à diversidade das realidades educacionais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria C. **Inteligência Artificial na Educação:** oportunidades e desafios. São Paulo: Cortez, 2020.

BARRETO, J. M. **Educação Digital e Inteligência Artificial:** desafios para a formação docente. Rio de Janeiro: Vozes, 2022.

BRAGA, A.; SANTOS, D. Tecnologia e personalização do ensino na EaD. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, n. 2, p. 101-115, 2021.

COSTA, L. R. **Desafios Éticos da IA na Educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2023.

EXAME. **Crianças terão aulas de IA em escolas da China, que busca avançar em disputa global**. 2025. Disponível em: https://exame.com/mundo/criancas-terao-aulas-de-ia-em-escolas-da-china-que-busca-avancar-em-disputa-global/. Acesso em: 12 maio 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GIZMODO. **China avança no ensino de inteligência artificial nas escolas primárias: o futuro educacional e tecnológico do país**. 2025. Disponível em: https://www.gizmodo.com.br/china-avanca-no-ensino-de-inteligencia-artificial-nas-escolas-primarias-o-futuro-educacional-e-tecnologico-do-pais-8737.Acesso em: 12 maio 2025.

LIMA, A. R.; BARBOSA, J. M. *Tecnologias Inteligentes no Ensino Superior: perspectivas e resistências*. **Revista Educação em Foco**, v. 19, n. 1, p. 79-95, 2022.

MACHADO, João Luís de Almeida. Inteligência artificial e educação. **Revista Trem de Letras**, v. 8, n. 1, p. 1-22, 2021. Disponível em: https://www.periodicos.unifal-mg.edu.br/index.php/tremdeletras/article/view/1236. Acesso em: 12 maio 2025.

MENEZES, R.; COUTO, S. G. Privacidade de dados e IA na EaD: um desafio contemporâneo. **Revista Educação e Sociedade Digital**, v. 5, n. 1, p. 31-47, 2022.

MORAES, M. A.; FERREIRA, R. S. A Inteligência Artificial e o futuro da aprendizagem. **Cadernos de Educação e Tecnologia**, v. 15, n. 3, p. 55-70, 2020.

PARREIRA, Artur; LEHMANN, Lúcia; OLIVEIRA, Mariana. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. **Ensaio:** Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 29, n. 113, p. 975-999, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002803115. Acesso em: 12 maio 2025.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Inclusão digital e inovação na EaD: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Tecnologias Educacionais**, v. 18, n. 4, p. 110-128, 2021.

SANTOS, C. F.; OLIVEIRA, R. L. Ética e IA na educação: entre a inovação e o cuidado. **Cadernos de Educação**, v. 30, n. 2, p. 55-67, 2021.

SILVA, J. A.; TEIXEIRA, M. G. Exclusão digital e desigualdade no acesso à tecnologia educacional. **Educar em Revista**, v. 37, n. 1, p. 123-140, 2021.

UOL. **China lança cursos de inteligência artificial nas escolas**. 2025. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2025/03/12/china-lanca-cursos-de-inteligencia-artificial-nas-escolas.htm. Acesso em: 12 maio 2025.

AMPLIANDO HORIZONTES: O USO DE ANIMAÇÕES COMO ESTRATÉGIA COMPLEMENTAR NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bruna Eduarda Bezerra da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
brunaeduarda12312@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/6487465984137741
Pedro Martins Sousa
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
pedro.sousa@ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/8976790627761032

Resumo: As animações são recursos pedagógicos complementares amplamente utilizados no ensino de Biologia. Elas desempenham um papel importante ao fornecer visualizações dinâmicas e interativas de conceitos complexos, permitindo aos alunos uma compreensão mais clara e envolvente dos temas abordados. O objetivo deste trabalho é explorar o uso de animações como recurso pedagógico no ensino de biologia em comparação com os métodos de ensino tradicionais. Realizou-se uma revisão qualitativa de estudos que comparam o uso de animações com métodos tradicionais de ensino, analisando os benefícios das animações na visualização de representações moleculares, na aprendizagem centrada no aluno, na multidisciplinaridade e no pensamento crítico. Além disso, investigou-se o equilíbrio necessário entre o uso das animações e outras estratégias educacionais para garantir uma aprendizagem completa. Também foram abordadas questões relacionadas à adaptação das animações para atender às necessidades de diferentes estilos de aprendizagem e à percepção dos professores sobre seu uso. Em conclusão, este estudo destaca que as animações desempenham um papel valioso no ensino de Biologia, proporcionando visualizações dinâmicas e interativas que auxiliam os alunos na compreensão de conceitos complexos. No entanto, é essencial equilibrar o uso das animações com outras estratégias educacionais para garantir uma aprendizagem completa. Adaptar as animações para atender às necessidades dos alunos e considerar a percepção dos professores são aspectos importantes a serem explorados. Ao combinar as animações com abordagens pedagógicas complementares, é possível potencializar ainda mais o impacto do ensino de Biologia. Essas diretrizes práticas podem contribuir para aprimorar a qualidade do ensino e promover uma compreensão mais aprofundada dos conceitos biológicos.
Palavras-chave: Animações. Ensino de Biologia. Visualizações dinâmicas. Estratégias educacionais.

Abstract: *Animations are complementary pedagogical resources widely used in the teaching of Biology. They play an important role in providing dynamic and interactive visualizations of complex concepts, allowing students a clearer and more engaging understanding of the topics covered. The objective of this work*

is to explore the use of animations as a pedagogical resource in the teaching of Biology in comparison to traditional teaching methods. A qualitative review of studies comparing the use of animations with traditional teaching methods was conducted. This review analyzes the benefits of animations in the visualization of molecular representations, in student-centered learning, in multidisciplinarity, and in critical thinking. Furthermore, it investigates the necessary balance between the use of animations and other educational strategies to ensure comprehensive learning. Issues related to the adaptation of animations to meet the needs of different learning styles and teachers' perceptions of their use will also be addressed. In conclusion, this study highlights that animations play a valuable role in the teaching of Biology, providing dynamic and interactive visualizations that assist students in understanding complex concepts. However, it is essential to balance the use of animations with other educational strategies to ensure comprehensive learning. Adapting animations to meet students' needs and considering teachers' perceptions are important aspects to be explored. By combining animations with complementary pedagogical approaches, it is possible to further enhance the impact of Biology teaching. These practical guidelines can contribute to improving the quality of teaching and promoting a deeper understanding of biological concepts.
Keywords: *Animations. Biology education. Dynamic visualizations. Educational strategies.*

INTRODUÇÃO

Paixão *et al.* (2017) apontam que o ensino de biologia enfrenta diversos obstáculos relacionados a abordagens didático-pedagógicas, à natureza abstrata de certos conteúdos e à presença de concepções alternativas que dificultam o aprendizado. Em outras palavras, a complexidade da biologia reside não apenas no conteúdo em si, mas também na forma como ele é ensinado e nas ideias prévias dos alunos, que podem atuar como barreiras para a assimilação de novos conhecimentos.

No contexto do Ensino Médio em escolas públicas, a disciplina de biologia pode, por vezes, gerar desinteresse nos estudantes, que a percebem como distante de sua realidade cotidiana. Essa falta de conexão com o dia a dia pode levar a um aprendizado superficial. Conforme observado por Silva (2020, p. 7): "Os alunos apenas memorizam os conhecimentos transmitidos pelos professores por um curto período de tempo, sem realmente absorvê-los, o que demonstra a falta de um aprendizado verdadeiro". Essa memorização de curto prazo, sem uma compreensão

profunda e significativa, evidencia a necessidade de abordagens pedagógicas que aproximem a biologia da vivência dos alunos, tornando o aprendizado mais engajador e duradouro.

Diante desse cenário, a aprendizagem multimídia surge como uma estratégia promissora para aumentar o interesse e a eficácia do aprendizado dos alunos. Ao integrar diversas formas de apresentação do conteúdo, como texto, imagens, áudio e vídeo, essa abordagem facilita a compreensão, estimula a participação ativa e promove um engajamento mais efetivo dos estudantes. Araújo *et al.* (2015, p. 3) corroboram essa perspectiva ao afirmarem que: "Com a abordagem da aprendizagem multimídia, os alunos demonstram um aprendizado mais profundo quando as ideias são apresentadas por meio de uma combinação de palavras e imagens, em vez de apenas palavras". Essa combinação de diferentes recursos sensoriais parece otimizar a assimilação do conhecimento, tornando o processo de aprendizagem mais rico e significativo.

Considerando a potencialidade da aprendizagem multimídia em engajar os alunos e promover um aprendizado mais profundo, conforme apontado por Araújo *et al.* (2015), essa abordagem encontra respaldo nos princípios da teoria da aprendizagem multimídia de Mayer (2005b). Em sua pesquisa, Mayer estabelece três pilares fundamentais para a forma como o ser humano processa informações: primeiramente, a informação é processada através de dois canais distintos – o visual/pictórico e o verbal/auditivo. Em segundo lugar, cada um desses canais possui uma capacidade limitada de processamento devido às restrições da memória. Por fim, Mayer argumenta que os indivíduos participam ativamente do processo cognitivo durante a aprendizagem.

Dessa forma, a utilização de múltiplos formatos de apresentação de conteúdo, característica central da aprendizagem multimídia, alinha-se com o princípio dos dois canais de Mayer (2005b), explorando tanto o visual quanto o verbal para transmitir informações. Além disso, ao apresentar a informação de forma clara e segmentada, a aprendizagem multimídia pode auxiliar a não sobrecarregar a capacidade limitada de cada canal, facilitando o processamento e a retenção do conhecimento. Finalmente, ao oferecer recursos interativos e visualmente estimulantes, a aprendizagem multimídia tende a promover um engajamento mais ativo

dos alunos no processo cognitivo, corroborando o terceiro princípio de Mayer (2005b).

Nessa perspectiva, ao combinar elementos visuais e verbais, as animações proporcionam uma representação mais dinâmica e envolvente do conteúdo, estimulando a atenção e a compreensão dos alunos. Essa abordagem multimodal permite que os estudantes processem informações de forma mais eficiente, facilitando a retenção e a transferência do conhecimento para situações práticas.

A presente pesquisa dedica-se a analisar o uso de animações como recurso pedagógico no ensino de conceitos complexos de Biologia, comparando sua eficácia com os métodos tradicionais. Através da investigação de artigos científicos, busca-se identificar as vantagens e desvantagens da utilização de animações na promoção da compreensão dos temas abordados na disciplina. O objetivo central é evidenciar estudos que demonstrem o impacto das animações no aprendizado, compreendendo como elas podem facilitar a assimilação de conteúdos, especialmente aqueles de natureza abstrata ou de difícil visualização por meio de abordagens convencionais.

A pesquisa parte do pressuposto de que a integração de animações no ensino de biologia pode proporcionar uma compreensão e um aprendizado mais eficaz em comparação com os métodos tradicionais. Acredita-se que a combinação de elementos visuais, movimento e interatividade presentes nas animações tem o potencial de despertar maior interesse e engajamento nos alunos, conduzindo a uma aprendizagem mais significativa e à melhor assimilação de conceitos complexos.

Nesse sentido, este estudo visa contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas no ensino de Biologia, fornecendo evidências concretas sobre a eficácia das animações como ferramenta educacional. Com base na análise comparativa e nos resultados obtidos, espera-se apoiar a introdução de novas abordagens que possam aumentar a compreensão e o interesse dos alunos pela Biologia, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico, engajador e, consequentemente, mais significativo. Em última análise, almeja-se oferecer recomendações práticas para a utilização efetiva de animações como um valioso recurso no ensino da Biologia.

1. DESENVOLVIMENTO

Os estudos revisados demonstram que as animações desempenham um papel importante no ensino de Biologia, sobretudo na compreensão de conceitos complexos, como as representações moleculares, fisiologia e processos evolutivos. Lima e Netto (2019) evidenciam que plataformas como TED-Ed e Kurzgesagt oferecem vídeos animados de alta qualidade técnica, estética e pedagógica, que se tornaram recursos valiosos para o aprendizado visual e interativo. Essa perspectiva está alinhada à teoria de Mayer (2003), que afirma que a combinação de canais verbal e visual potencializa a compreensão e retenção do conteúdo pelos alunos.

Giannoto (2016) menciona que o uso das animações para simular fenômenos biológicos pode facilitar a visualização dos processos complexos que são frequentemente ensinados através de desenhos, maquetes ou pela imaginação. Logo, essas ferramentas proporcionam uma experiência mais interativa e envolvente, podendo atuar como potencializador do interesse dos estudantes, quando eles precisam compreender conceitos abstratos à sua realidade visual.

No entanto, essa potencialidade vem acompanhada de limitações relevantes, Maia (2020) destaca que a escolha de animações deve ser criteriosa, garantindo que estejam alinhadas com os objetivos pedagógicos e as necessidades dos estudantes. Muitas animações disponíveis na internet variam em qualidade e conteúdo, o que pode comprometer sua efetividade se utilizadas de forma aleatória ou superficial. Assim, a qualidade das animações não se restringe aos aspectos, mas deve contemplar também sua adequação ao conteúdo, sua didática e sua acessibilidade aos diferentes estilos de aprendizagem presentes na turma.

Com a chegada da pandemia de Covid-19, o uso de animações passou a ser pensado com mais efetividade, pois o período acelerou a adoção de recursos digitais para o ensino remoto. Ratis *et al.* (2021) e Rocha *et al.* (2021) relatam que as animações facilitaram o acesso ao conteúdo de forma interativa, promovendo maior engajamento dos estudantes durante o ensino a distância. Nesse contexto, as animações mostraram-se essenciais para superar as limitações dos métodos tradicionais, oferecendo representações visuais de fenômenos biológicos difíceis de serem ilustrados presencialmente.

Por outro lado, é fundamental considerar as limitações cognitivas dos estudantes. Pelas recomendações de Mayer (2003), o uso de recursos multimídia deve evitar sobrecarregar a memória de trabalho do aluno. Como Mayer (2005a) aponta, a capacidade dos seres humanos é limitada, quando é preciso processar múltiplas fontes de informação simultaneamente, o que exige que as animações sejam bem planejadas e integradas às atividades de aprendizagem. O uso indiscriminado ou mal conduzido pode ocasionar confusão e dificultar a compreensão, em vez de facilitar. Assim, o planejamento pedagógico deve estabelecer critérios claros para a quantidade, o ritmo e a complexidade do conteúdo apresentado por meio de animações.

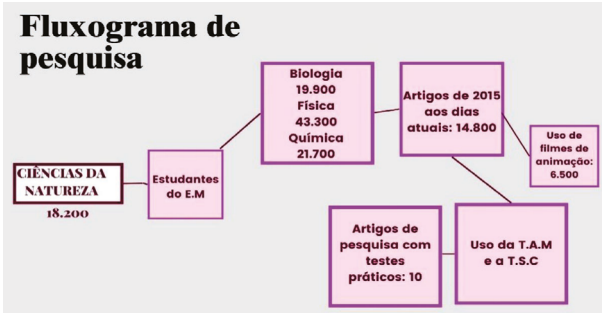
Para que ocorra uma aprendizagem efetiva, é necessário que os estudantes estejam engajados cognitivamente, prestando atenção tanto nas palavras quanto nas imagens apresentadas. Além disso, eles devem ser capazes de organizar mentalmente essas informações em representações verbais e visuais apropriadas, estabelecendo conexões entre elas e o seu conhecimento prévio.

Outro aspecto importante destacado na literatura é que as animações, embora eficazes, devem estar integradas a outras estratégias pedagógicas, como discussões reflexivas, atividades práticas e avaliações formativas. Essa combinação potencializa o impacto das animações, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa, que desenvolve competências como o pensamento crítico, a análise de modelos científicos e a contextualização dos conteúdos biológicos. Assim, as animações deixam de ser recursos isolados para assumirem um papel complementar dentro de uma abordagem pedagógica mais ampla.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa qualitativa. Conforme Sousa e Santos (2020), esse tipo de pesquisa é uma abordagem que busca compreender e interpretar fenômenos sociais complexos, como experiências, significados e perspectivas dos participantes, se tornando uma ferramenta indispensável para análise de métodos e observações.

Figura 1 - Palavras-chave buscadas no Google Acadêmico



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram as bases de dados acadêmicos, como PubMed, Google Acadêmico Portal de Periódicos da Capes, Repositório da USP, Plos Biology, para identificar estudos relevantes sobre o uso de animações no ensino de Biologia.

A coleta foi feita através de busca e seleção de estudos relevantes provenientes das bases acadêmicas analisadas. Realizaram-se a análise crítica e síntese dos trabalhos selecionados, constatando os principais resultados e conclusões de cada estudo, buscando apontar padrões e tendências relacionadas ao impacto das animações em conteúdos complexos no ensino de Biologia.

Algumas limitações deste estudo implicam a dependência da qualidade e disponibilidade dos trabalhos selecionados, e a falta de controle direto sobre as variáveis analisadas nos respectivos estudos anteriores. Além disso, é importante ressaltar que os resultados obtidos nesta análise bibliográfica podem ser influenciados por fatores contextuais e particulares de cada pesquisa analisada.

2.1 Animações: aspectos gerais e história

As animações desempenham um papel cada vez mais importante na educação, especialmente quando se trata de ensinar conceitos científicos complexos. Ao longo da história, a animação evoluiu da simples fotografia para uma comunicação visual sofisticada, capaz de transmitir informações de forma envolvente e eficaz.

A história da animação teve seu princípio no século XIX, quando pioneiros como Émile Reynaud e Charles-Émile Reynaud começaram a explorar o conceito de cinema. Reynaud, em particular, inventou o praxinoscópio, um dispositivo que exibia uma série de imagens em movimento. Esse desenvolvimento inicial abriu caminho para a animação posterior (Borges, 2019).

No final do século XIX, surgiram outros avanços significativos na animação. Um marco importante foi a invenção do cinematógrafo pelos irmãos Lumière em 1895. (Benedetti, 2016) que permitiu a projeção de filmes em tela grande. Com o cinema se popularizando, artistas como Émile Cohl começaram a experimentar técnicas de animação, criando os primeiros desenhos animados. Esses primeiros filmes, feitos à mão quadro a quadro, foram os precursores da animação como a conhecemos hoje. Segundo Borges (2019), a partir daí, a animação continuou a evoluir e se desenvolver, incorporando novas técnicas e tecnologias ao longo do século XX.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (2017), entre as habilidades exigidas dos estudantes está a análise e utilização de modelos científicos propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar diversas explicações sobre a origem e evolução da vida, da Terra e do universo. Nesse contexto, as animações podem ser utilizadas para representar modelos científicos propostos ao longo do tempo e em diferentes culturas, permitindo um exame de diversas explicações existentes.

A teoria da aprendizagem multimídia foi desenvolvida por Richard Mayer, professor de Psicologia da Universidade de Santa Bárbara, Califórnia, EUA. De acordo com Mayer (2003), a informação é mais bem compreendida quando é processada através de dois canais, verbal e visual.

Para Mayer (2005), é muito importante que o ser humano tenha a capacidade de reter informações independentemente da forma como elas sejam apresentadas, ou seja, através da captura de palavras e imagens relevantes pela sua mente, para que o conhecimento seja aprendido.

Ao revisar a literatura acadêmica sobre o uso de animações no ensino de Biologia, o conceito de aprendizagem multimídia de Richard Mayer se mostrou um método indispensável para se obterem bons resultados com os estudantes. Segundo Sousa *et al.* (2017), a de Mayer enfatiza a eficácia da combinação adequada de elementos visuais e auditi-

vos para facilitar a compreensão e a retenção de informações complexas. Portanto, a escolha desses 10 artigos baseou-se na relevância de suas contribuições para o entendimento e aplicação do método de aprendizagem multimídia de Mayer no contexto específico do ensino de biologia através de animações (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação de artigos analisados, descrevendo o título, autores, ano de publicação, métodos utilizados e principais resultados dos trabalhos

Estudo	Título	Autor(es)	Ano	Método utilizado	Principais resultados
01	Multimédia como recurso didático no ensino da Biologia	Carla Pacífico Dias e Isabel Chagas	2015	Exploração de animações na Web 2.0, usando diferentes modelos de ensino das ciências.	O uso de animações por meio de metodologias ativas e centradas no aluno, provocou impacto positivo nas aulas.
02	Aprendizagem multimídia: explorando a teoria de Richard Mayer.	Carla de Araújo, Eudes Henrique de Souza e Abigail Fregni Lins	2015	A teoria da aprendizagem multimídia de Richard Mayer e o uso de materiais multimídias na educação.	Melhor compreensão e aprendizagem por parte dos alunos.
03	Vídeos curtos animados: Aspectos a serem considerados no ensino de Biologia.	Talitha Tiyomi Lima e Martha Cristina Motta Godinho Netto	2019	Pesquisa descritiva que analisou as características técnicas e estéticas de vídeos curtos de animação em temas biológicos.	O uso de animações apresenta muitas potencialidades pedagógicas e se coloca como um excelente recurso didático para o ensino.
04	Uso de animações para o ensino inclusivo de imunologia: uma experiência docente	Joanna de Freitas Rocha, Letícia de Castro Viana e Erika Freitas Mota.	2021	Criação e aplicação de vídeos animados inclusivos em uma disciplina de imunologia durante o ensino remoto emergencial.	Os resultados indicaram que o material auxiliou no aprendizado inclusivo e remoto de imunologia, sendo considerado de grande valia pelos alunos.
05	Criação de animações Stop Motion como estratégia para o estudo do transporte de substâncias através da membrana celular no ensino médio.	Camila Coelho de Melo, Karina Alessandra Morelli	2022	Fabricação e uso de animações Stop Motion como ferramenta no estudo sobre o transporte de substâncias pela membrana celular.	A proposta para criação dos vídeos em stop motion gerou o engajamento entre os alunos, provocando maior interesse e entusiasmo durante as aulas.
06	Using animations to teach biological processes and principles.	Pamela Kalas, Rosemary J. Redfield	2022	Uso de Stop Motion como ferramenta inovadora no processo de aprendizagem da genética molecular.	A técnica de Stop Motion se mostrou uma ferramenta facilitadora da aprendizagem, e a elaboração um guia didático para auxiliar os professores na utilização do Stop Motion.

Continua...

Continuação...

Estudo	Título	Autor(es)	Ano	Método utilizado	Principais resultados
07	Animações virtuais sobre a replicação do DNA e a teoria cognitiva de aprendizagem multimídia.	Nicki Rosberg Ferreira Maia	2020	Análise do uso de animações virtuais relacionadas à replicação do DNA na sala de aula, com base na Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia	As animações virtuais relacionadas à replicação do DNA não atenderam a todos os princípios da TCAM, o que pode levar a uma sobrecarga cognitiva e ineficiência no processo de ensino e aprendizagem, além de possibilitar a construção de concepções mentais erradas pelos estudantes.
08	Uso de animações de genética molecular nas aulas iniciais de genética mendeliana.	Marivalter Gomes Costa e Daniela Cristina Ferreira	2022	Foram realizados três testes de desempenho sobre os conceitos básicos de Genética, após o estudo isolado, estudo compartilhado e uso de animações.	Os resultados mostraram um ganho gradativo na assimilação dos conceitos básicos da Genética Mendeliana, demonstrando a importância da estruturação dos pré-requisitos para o aprendizado efetivo.
09	Inserindo o conhecimento dos chondrichthyes na educação básica através de vídeo de educação oceânica	Marcele Moura Vicente, Caio Henrique Gonçalves Cutrim e Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado	2022	Levantamento nos livros didáticos de ciências da natureza da editora Moderna aprovados pelo PNLD, juntamente com as competências propostas pela BNCC.	criação de um material didático gratuito, acessível e de fácil compreensão sobre a biologia geral dos Chondrichthyes, visando a formação do conhecimento dos alunos sobre a diversidade e conservação dos tubarões, raias e quimeras.
10	As preferências de metodologias de ensino de alunos do Ensino Médio na disciplina de Biologia	Vinícius Barros Rodrigues	2022	Distribuição de um formulário para a realização de uma pesquisa de opinião com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular em Viçosa-MG.	As metodologias utilizando vídeos, práticas de laboratório, palestras, trabalhos em duplas foram bem recebidas e avaliadas pelos estudantes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale citar que entre os trabalhos analisados, os autores Kallas e Redifield (2022) apontam as animações como benéficas para tornar os processos moleculares mais visuais e envolventes, o que facilita a compreensão dos alunos. Já Melo e Morelli (2022) abordam as animações como uma ferramenta TDIC, com potencial de favorecer o ensino, mas, em razão da complexidade de temas, assinalam a necessidade de incorporação de abordagens que auxiliem a visualização dos conceitos.

No trabalho de Dias e Chagas (2015), percebe-se que o uso de animações em metodologias centradas no aluno promove aprendizagens significativas. As metodologias centradas no aluno proporcionaram ambientes propícios para explorar as animações, promovendo interação aluno-professor e aluno-aluno, gerando habilidades de trabalho em grupo que são fundamentais para a vida em sociedade.

O artigo de Maia (2020) apresenta uma análise sobre um vídeo do YouTube que aborda o tema síntese proteica, utilizando a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Mayer. De acordo com Mayer (2001), a TCAM defende que os materiais verbais e visuais devem estar sincronizados para melhorar a aprendizagem.

Entretanto, algumas animações sobre a replicação do DNA encontradas no YouTube não levaram em consideração os princípios da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia na sua construção e apresentação.

Nesse âmbito Maia (2020) conclui que a teoria de Mayer permite ao professor selecionar recursos adequados para suas aulas, promovendo uma melhor compreensão dos conteúdos pelos alunos. "Concluímos que faz-se necessário os planejadores de materiais multimídias e também professores analisarem com critérios a qualidade pedagógica de uma animação antes de ser utilizada em sala de aula" (Maia, 2020, p. 16).

A transição para o ensino remoto devido à pandemia de Covid-19 trouxe mudanças abruptas nos métodos e técnicas de ensino utilizados pelos professores. Eles tiveram que ajustar suas abordagens para se adaptar a essa nova forma de ensinar e aprender, garantindo assim a continuidade do processo educacional em meio às dificuldades enfrentadas por docentes e discentes durante esse período desafiador na educação brasileira (Ratis *et al.*, 2021).

Enfrentando o contexto de pandemia, o artigo de Rocha *et al.* (2021) revela que o ensino inclusivo foi importante para buscar maneiras de transmitir o conhecimento de forma acessível, durante o ensino remoto. Durante a pandemia de Covid-19, o ensino e outras atividades foram afetados significativamente, obrigando as instituições a encontrarem novas maneiras de ministrar aulas.

Este trabalho apresenta uma pesquisa prática em que as autoras participam de uma formação, que lhes possibilita um experimento teste com uma turma na qual podem entender como o uso de animações auxiliam no ensino inclusivo:

> A experiência de formação docente possibilitou o olhar das autoras para o ensino inclusivo e o interesse em se buscar as melhores formas de se passar o conhecimento acerca do conteúdo de imunologia de forma inclusiva e atendendo às demandas e adaptações ao ensino remoto emergencial (Rocha *et al.*, 2021, p. 66).

Nesse contexto, a utilização de animações pode representar uma estratégia eficaz nesse processo, pois proporciona uma forma mais acessível e interativa de visualizar conceitos complexos, facilitando a compreensão dos estudantes.

Conforme Gomes e Costa (2022), os alunos apresentados no artigo mostravam dificuldades na compreensão de conceitos básicos da Genética Mendeliana, especialmente devido ao afastamento dos assuntos relacionados à Genética Molecular. No trabalho de Vicente *et al.* (2022), o uso de vídeos de animação prova que metodologias inovadoras promovem a multidisciplinaridade e a capacidade de pensar criticamente.

No trabalho de Lima e Netto (2019), foram analisados vídeos animados das plataformas TED-Ed: *Lessons Worth Sharing* e *Kurzgesagt - In a Nutshell*, que têm características técnicas, estéticas e pedagógicas adequadas para o uso no ensino de Biologia. Os autores concluem:

> Por sua vez, a plataforma TED-Ed: Lessons Worth of Sharing disponibiliza um grande número de vídeos animados que, a despeito do pouco uso do princípio "apelo", apresenta muitos outros princípios de animação considerados fundamentais para a boa qualificação das produções. A área do conhecimento mais representada nos vídeos de animação dessa plataforma é a fisiologia, seguida da zoologia (Lima; Netto, 2019, p. 19).

Vale destacar que a plataforma se destaca por incorporar uma série de outros princípios fundamentais de animação que contribuem para a qualidade das produções. Entre os temas abordados, a fisiologia é a área do conhecimento mais representada nos vídeos de animação da plataforma, seguida pela zoologia. Isso demonstra um foco em explicar e explorar os processos e funcionamento do corpo humano, bem como o estudo dos animais. Essa diversidade de conteúdo torna a plataforma TED-Ed uma fonte valiosa de aprendizado visual e interativo.

No entanto, foi observado que, no canal *Kurzgesagt - In a Nutshell*, Maia mostra uma melhor aplicação em seus vídeos, enquanto a plataforma TED-Ed: *Lessons Worth Sharing* possui um maior número de vídeos animados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desempenha um papel fundamental no ensino de biologia ao destacar a relevância do uso de recursos tecnológicos e multimídia, como animações. Essas ferramentas têm o potencial de auxiliar os estudantes na compreensão de fenômenos biológicos complexos, contribuindo para a construção do conhecimento.

Os autores analisados neste trabalho compartilham da mesma visão, ressaltando os benefícios das animações no ensino de Biologia. Especialmente no contexto da visualização de representações moleculares, as animações oferecem uma abordagem mais dinâmica e interativa, favorecendo uma aprendizagem centrada no aluno. Além disso, elas estimulam a multidisciplinaridade e o pensamento crítico.

A pandemia de Covid-19 trouxe consigo a necessidade do ensino remoto, evidenciando ainda mais a importância do ensino inclusivo e da utilização de recursos acessíveis, como as animações. Elas se mostraram essenciais para garantir a continuidade do processo educacional, permitindo que os estudantes tivessem acesso ao conteúdo de forma interativa e envolvente.

Além disso, seria interessante investigar a percepção dos professores em relação ao uso de animações no ensino de Biologia. Compreender suas experiências, desafios e benefícios percebidos pode fornecer insights valiosos para melhorar a implementação dessas ferramentas no contexto educacional.

Por fim, seria relevante explorar estratégias complementares que possam potencializar ainda mais o uso das animações no ensino de biologia. Investigar como combinar as animações com outras abordagens pedagógicas, como atividades práticas e discussões em sala de aula, pode fornecer diretrizes práticas para os professores maximizarem o impacto de seu uso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todos os benefícios, é importante estar ciente de algumas limitações. Nem todos os alunos têm acesso suficiente a dispositivos eletrônicos ou à internet, o que pode tornar difícil a utilização da animação como recurso de aprendizagem. Além disso, a qualidade das animações disponíveis pode variar e nem sempre atender às necessidades específicas do aluno.

Apesar dessas limitações, o impacto potencial do uso da animação no ensino de biologia é significativo, pois fornece uma abordagem visual e interativa para estimular o interesse do aluno e melhorar a compreensão dos conceitos biológicos. As animações também promovem uma aprendizagem mais significativa, incentivando o pensamento crítico e a construção de conhecimento.

Em estudos futuros, seria pertinente explorar alternativas para superar as limitações mencionadas, especialmente em relação aos estudantes com acesso restrito à tecnologia. Além disso, será importante investigar a eficácia das animações em diferentes contextos educativos e com diferentes grupos de alunos. Por fim, investigar a eficácia comparativa das animações em relação a outros métodos de ensino pode fornecer informações valiosas para aprimorar o uso da animação no ensino da biologia.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Carla de; SOUZA, Eudes Henrique de; LINS, Abigail Fregni. **Aprendizagem multimídia:** explorando a teoria de Richard Mayer. 2015. 9 p. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2015/TRABALHO_EV045_MD1_SA4_ID937_15082015174004.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

BARBÃO, Alex Júnior Malheiros; OLIVEIRA, Ildebrando Gomes. Utilização e compreensão da nomenclatura biológica por alunos do ensino médio da escola estadual Wilson de Almeida - Nova Olímpia/MT. **Anais do IV Fórum de educação e diversidade "diferentes" (desiguais e desconectados)**, v. 13, p. a15, 2010.

BENEDETTI, Raimo. Fotografia e cinema: aproximações e distanciamentos no século XIX. **TECCOGS:** Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 14, 2016.

BORGES, Luiz Antonio Dias. **História da animação: uso da técnica e estética. Revista Livre de Cinema, uma leitura digital sem medida** (super 8, 16, 35, 70 mm,...), v. 6, n. 2, p. 63-82, 2019.

CASERTA, Gilberto. **Um olhar contemporâneo sobre o cinema sem câmera de Charles-Émile Reynaud**. Repositório Institucional da UNISO. 2017.

DE FREITAS ROCHA, Joanna; DE CASTRO VIANA, Letícia; MOTA, Erika Freitas. Uso de animações para o ensino inclusivo de imunologia: uma experiência docente. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 6, n. 2, p. 52-70, 2021.

DE MELO, Camila Coelho; MORELLI, Karina Alessandra. Criação de animações stop motion como estratégia para o estudo do transporte de substâncias através da membrana celular no ensino médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 20, n. 2, p. 264-278, 2022.

DIAS, Carla Pacífico; CHAGAS, Isabel. Multimédia como recurso didático no ensino da biologia. **Revista Interacções**, v. 11, n. 39, 2015.

GIANOTTO, D. E. P. **Possibilidades, contribuições e desafios das ferramentas da informática no ensino das Ciências**. Curitiba: CRV, 2016.

KALAS, Pamela; REDFIELD, Rosemary J. Using animations to teach biological processes and principles. **PLoS Biology**, v. 20, n. 11, p. e3001875, 2022.

LIMA, Talitha Tiyomi; NETTO, Martha Cristina Motta Godinho. Vídeos Curtos Animados: Aspectos a serem considerados no ensino de biologia. **Comunicações**, v. 26, n. 2, p. 179-195, 2019.

LUTZ, M. R.; GOMES, A. C. F. N.; LARA, D. S.; ANGER, M. R.; SEVERO, S. I. F.; FONSECA, J. A. **Panorama sobre o (des) uso das tecnologias da informação e comunicação na educação básica em escolas públicas de Alegrete**. In: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2015, São João del Rei. Comunicações Científicas, 2015.

LINS, Abigail Fregni; LEITE, Nahara Morais; DA SILVA, Rafael Pereira. **Teoria da aprendizagem multimídia e o papel da história em quadrinhos digital como inclusão na educação matemática**.

MAIA, Nicki Rosberg Ferreira. Animações virtuais sobre a replicação do DNA e a teoria cognitiva de aprendizagem multimídia. **Horizontes** - Revista de Educação, v. 9, n. 16, p. 1-17, 2020. ISSN 2318-1540.

MAYER, Richard. **Multimedia Learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

MAYER, R. E. Introduction to multimedia learning. 2005a. In: MAYER, R. E. (org.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge, Cambridge Universty Press, 2005.

MAYER, R. E. **Aprendizagem Multimédia**. Cambridge University Press, 2009.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

OLIVEIRA, T. T. **Uso de TIC no Ensino de Biologia:** Um Olhar Docente. 2013. 35 f. Monografia Especialização (Pós-Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

PAIXÃO, G. C. *et al.* Paródias no ensino de microbiologia: a música como ferramenta pedagógica. **RECIIS**. v. 11, n. 1, p. 3, jan.-mar 2017.

SILVA, E.; BRANDÃO, W.A.P.L.N.T. de M. **A importância do ensino de Biologia para o cotidiano dos alunos: a compreensão cotidiana do coronavírus**. 25f. Artigo (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

SILVA, Karla Ignês Corvino. **Critérios informacionais para elaboração de conteúdo instrucional para a web com base nos princípios de aprendizagem multimídia**, v. 1, n. 1, p. 23, 2017.

SOUZA, Lucia Helena Pralon; REGO, Sheila Cristina Ribeiro. Imagens em livros didáticos de ciências e as orientações do programa Nacional do livro didático. **Ensaios pedagógicos**, v. 2, n. 3, p. 5-15, 2018.

SWELLER, John; VAN MERRIËNBOER, Jeroen JG; PAAS, Fred. Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. **Educational psychology review**, v. 31, p. 261-292, 2019.

WANG, A. I.; LIEBEROTH, A. **The effect of points and audio on concentration, engagement, enjoyment, learning, motivation, and classroom dynamics using Kahoot**. In: EUROPEAN CONFERENCE ON GAMES BASED LEARNING. Academic Conferences International Limited, 2016.

POTENCIALIDADES DA IA PARA O ENSINO INTERDISCIPLINAR: UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM CRÔNICA E HQ

Marcos de Oliveira Valin Jr.
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
marcos.valin@ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/1988817143994600

Bruno Felipe de Arruda
Instituto Federal de Mato Groso (IFMT)
bruno.arruda@estudante.ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/3922091078832673

Higor Rafael Nogueira da Silva
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
higor.rafael@estudante.ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/8219799011404717

Nícolas Gabriel Nani Araújo
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
n.nicolas@estudante.ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/3867279138607742

Resumo: Este artigo apresenta e analisa a experiência de transposição didática da crônica "O Engenheiro que Veio de Longe" para o formato de história em quadrinhos (HQ), utilizando ferramentas de Inteligência Artificial (IA). O objetivo foi desenvolver uma ferramenta didática interdisciplinar para o Ensino Médio Integrado (EMI), explorando o potencial da IA para inovar o ensino. A fundamentação teórica abrange conceitos como interdisciplinaridade, transposição didática e o uso de HQs na educação. A metodologia envolveu a pesquisa bibliográfica, seleção de textos, adaptação para HQ com o uso de IA (Midjourney e ChatGPT) e análise dos resultados. Os resultados apresentam o passo a passo para a transição da crônica para HQ, demonstrando o potencial da IA como ferramenta para o ensino interdisciplinar e o desenvolvimento de materiais didáticos inovadores.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Interdisciplinaridade. Ensino Médio Integrado. Transposição didática. História em Quadrinhos.

Abstract: *This article presents and analyzes the experience of didactic transposition of the chronicle "O Engenheiro que Veio de Longe" to the format of a comic book (HQ), using Artificial Intelligence (AI) tools. The objective was to develop an interdisciplinary didactic tool for Integrated Technical Education (ETI), exploring the potential of AI to innovate teaching. The theoretical foundation covers concepts such as interdisciplinarity, didactic transposition, and the use of HQs in education. The methodology involved bibliographic research, text selection, adaptation to HQ using AI (Midjourney and ChatGPT), and analysis of the results. The results present the step-by-step process for the transition from chronicle to HQ, demonstrating the potential of AI as a tool for interdisciplinary teaching and the development of innovative didactic materials.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Interdisciplinarity. Integrated Technical Education. Didactic transposition. Comic Book.*

INTRODUÇÃO

A educação tem passado por transformações significativas nas últimas décadas, impulsionadas pela rápida evolução das tecnologias digitais. A internet, os dispositivos móveis, as redes sociais e, mais recentemente, a Inteligência Artificial (IA), têm aberto novas possibilidades para o ensino e a aprendizagem, desafiando os modelos tradicionais de educação e exigindo novas abordagens pedagógicas que incorporem essas tecnologias de forma eficaz e significativa (Tavares, 2020).

A IA, em particular, tem despertado grande interesse no campo educacional, devido ao seu potencial para personalizar o ensino, adaptar os conteúdos às necessidades individuais dos alunos, oferecer feedback imediato sobre o desempenho, automatizar tarefas repetitivas e administrativas, e gerar insights a partir da análise de grandes volumes de dados sobre o processo de aprendizagem (Costa Júnior, 2023; Cardoso, 2023). Nesse sentido, a IA pode tornar o aprendizado mais engajador, motivador e eficiente. O uso dela vem se mostrando eficiente na resolução de problemas que outrora se apresentavam desafiadores, tendo impactos significativos no modo operante da nossa sociedade. É evidente o impacto em diversas áreas, como a economia, o setor artístico e o ramo educacional.

Cabe salientar que o lugar em que se deve desenvolver tecnologias e fazer o uso delas são as instituições que oferecem o Ensino Médio Integrado (EMI), pois trabalham com jovens e têm a estrutura necessária para lidar com essas inovações. O EMI busca promover uma formação completa dos estudantes, articulando conhecimentos gerais e específicos, preparando-os tanto para o mundo do trabalho quanto para a continuidade dos estudos em nível superior. Essa abordagem busca superar a fragmentação do conhecimento, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Frigotto *et al.*, 2012).

Este artigo apresenta e analisa a experiência de transposição didática da crônica "O Engenheiro que Veio de Longe", escrita por Manoel Henrique Campos Botelho (1988), para o formato de história em quadrinhos (HQ), utilizando ferramentas de IA. A crônica, que narra de forma bem-humorada a experiência de um engenheiro brasileiro ao trabalhar com um colega estrangeiro extremamente metódico e organizado, oferece um contexto rico para discutir temas relevantes para a área da

Engenharia Civil, como planejamento de projetos, organização do trabalho, uso de ferramentas e instrumentos, e a importância da precisão e do rigor técnico.

Apresentar a ferramenta didática que está sendo desenvolvida através do Projeto de Pesquisa intitulado "O processo criativo de transposição didática pela IA: uma ferramenta interdisciplinar para o ensino nas áreas da Construção Civil, Informática e Linguagens" é o objetivo geral do artigo, em execução no Edital 97/2024 - PROPES/RTR/IFMT - Projetos de Pesquisa Aplicada e Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica, com bolsas para pesquisadores fornecidas pela Fapemat, permitindo aprofundar sobre o diálogo de saberes de forma inter, multi e transdisciplinar, proporcionando uma formação humana, leitora e profissional aos estudantes do nível médio integrado da área da Construção Civil.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a Lei nº 11.892, as instituições que oferecem o ETI têm a finalidade de desenvolver a educação profissional e tecnológica como processo educativo e investigativo de geração e adaptação de soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais e peculiaridades regionais (Brasil, 2008). Ou seja, essas instituições têm por obrigação abranger em seu currículo tanto os conhecimentos do ensino médio básico quanto preparar os alunos com o ensino técnico para o mundo do trabalho, e a forma mais eficaz de fazer isso é por meio da interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade, nesse sentido, é uma peça-chave, conectando diferentes disciplinas e permitindo que os alunos construam uma visão mais ampla e integrada do conhecimento (Libâneo, 2005; Valezi; Valin Jr., 2021). Uma vez que, de acordo com Beane (1997), a organização do conhecimento escolar por disciplinas, há alguns anos, tem sido alvo de críticas que se estendem desde o argumento de que as disciplinas representam mais um fim do que um meio para a educação. Isso se dá por diversos motivos, seja pela falta de contextualização dos conhecimentos, principalmente os específicos, ou pelo método defasado de ensino.

Ainda nesse contexto, Japiassu (1976, p. 14) assevera que, quanto mais se desenvolvem as disciplinas do conhecimento, diversificando-

se, mais elas perdem o contato com a realidade humana. Isto é, o conhecimento específico, unicamente dito, acaba sendo utópico para a realidade humana, pois não abrange os múltiplos contextos em que cada pessoa vive.

Pode-se fazer uma comparação superficial, mas coerente, entre os cientistas da antiguidade, como Leonardo Da Vinci, que tinham conhecimentos múltiplos e interdisciplinares em áreas como aeronáutica, anatomia, astronomia e botânica, e os cientistas contemporâneos, que muitas vezes possuem um conhecimento profundo, mas em uma área específica, que pode ou não ser útil na realidade da maioria das pessoas.

Nesse contexto, dada a necessidade de implementar métodos de ensino interdisciplinares nas escolas e faculdades, principalmente nas ETIs, a IA generativa surge como uma forma de integrar esses conhecimentos de forma simples e completa.

A partir da sua capacidade de criação e adaptação de obras, artigos, imagens e normas, a IA consegue auxiliar professores na difusão do conhecimento e os alunos na melhor compreensão dele, ou como ferramenta de pesquisa e reflexão dos temas. De acordo com Barbosa (2023), a incorporação da inteligência artificial, assim como qualquer outra tecnologia nas práticas educativas, não deve ser fundamentada exclusivamente na mera atualidade.

O processo de assimilação do conhecimento é intrinsecamente individual e particular, influenciado pelo contexto, histórico e vivências únicas de cada indivíduo. Dessa forma, deve-se entender que cada indivíduo lidará de forma diferente com a IA e com os conteúdos nela anexados, por isso a integração da tecnologia com outros assuntos é tão importante, deixando livre cada aluno para se desenvolver e compreender os assuntos da forma que mais lhe for simplificada.

2. METODOLOGIA

O projeto de pesquisa está sendo desenvolvido no IFMT - Campus Cuiabá, com a participação de professores das áreas de Língua Portuguesa, Informática e Construção Civil, e discentes do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio e do curso de graduação em Engenharia Civil.

O projeto foi desenvolvido em duas etapas, seguindo uma abordagem metodológica qualitativa e de caráter exploratório:

- ***Pesquisa bibliográfica:*** realizou-se um levantamento de referências teóricas sobre EMI, interdisciplinaridade, transposição didática, uso de HQs na educação e aplicações da IA na educação, buscando fundamentar o projeto e identificar as melhores práticas e os desafios da área.
- ***Seleção de texto e adaptação para HQ:*** a crônica "O Engenheiro que Veio de Longe", de Manoel Henrique Campos Botelho (1988), foi escolhida como texto base para a transposição didática, devido à sua relevância para a área da Engenharia Civil, à sua linguagem acessível e ao seu potencial para gerar discussões e reflexões sobre a prática profissional. A equipe do projeto elaborou um roteiro para a HQ, dividindo a crônica em cenas, definindo os diálogos e as descrições visuais de cada quadro.

O Quadro 1 detalha as ferramentas de IA e de edição utilizadas para auxiliar no processo.

Quadro 1 - Ferramentas de IA utilizadas no projeto

Ferramenta de IA	Função principal	Aplicação no projeto
Midjourney	Geração de imagens a partir de descrições textuais (prompts)	Criação das imagens para a história em quadrinhos, representando personagens, cenários e ações da crônica.
ChatGPT	Geração de texto, adaptação de linguagem e sugestão de ideias (prompts)	Auxílio na adaptação da linguagem da crônica para os diálogos da HQ, tornando-a mais acessível aos alunos. Sugestão de prompts para o Midjourney.

Fonte: Autoria própria.

A equipe revisou e editou as imagens e os textos gerados pela IA, garantindo a qualidade, a coerência e a adequação ao público-alvo.

O passo a passo para a transição de uma crônica para uma história em quadrinhos se deu em várias etapas e alguns meses de trabalho, desde a escolha do texto até a adequação da linguagem, passando pela transposição dos gêneros literários, buscando não afetar a ideia e o objetivo principal da história.

O roteiro para a confecção da HQ foi dividido em tópicos, no Quadro 2, onde buscou-se tornar o mais didático possível, para que em outra

oportunidade isso possa ser uma ferramenta de ensino e aprendizado para professores e alunos. Do mesmo modo, no Quadro 3, as especificações para a criação do conteúdo.

Quadro 2 - Planejamento da Adaptação da Crônica para HQ

Etapa do Planejamento	Descrição
Texto base	Escolha da crônica "O Engenheiro que Veio de Longe" como base para a adaptação devido à sua relevância, linguagem acessível e potencial para discussão.
Definir a narrativa	- Escolher a crônica a ser adaptada. - Identificar os momentos principais da narrativa que precisam ser representados visualmente e em diálogo na HQ.
Identificar blocos narrativos	- Ler a crônica e destacar os principais eventos ou mudanças de contexto para dividir a história em cenas. - Considerar onde a cena ocorre, quem está envolvido, o que acontece e se há mudanças de local, tempo ou ação.
Estimativa de quadros	- Definir diretrizes para estimar o número de quadros por cena (1-2 para cenas simples, 3-5 para cenas complexas) com exemplos práticos.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3 - Planejamento da adaptação da crônica para HQ

Aspecto	Descrição
Definir o estilo	Escolher um único estilo visual para toda a HQ (ex.: Graphic novel-style) para garantir consistência e unidade visual.
Construção de prompts	- Combinar personagem e cenário em um só prompt. - Incluir descrição breve do personagem, cenário e a ação ou interação entre eles. - Utilizar frases curtas e claras, combinando elementos para criar cenas únicas. - Incluir o estilo escolhido no final de cada prompt.
Dicas didáticas	- Resolver momentos rápidos com poucos quadros e momentos detalhados com mais. - Mostrar o ambiente no primeiro quadro de cada cena. - Detalhar ações e interações nos quadros seguintes. - Considerar a importância de cada ação ou momento para o número de quadros.

Fonte: Autoria própria.

3. DESENVOLVIMENTO

Fundamentado no estudo de Bido, Wiese e Nakamura (2024), é possível analisar que as IAs abrangem diversas vertentes funcionais no sistema acadêmico. Uma delas é o planejamento e confecção de atividades pelos professores, que utilizam desse aparato para gerar materiais de aula, conteúdo dinâmico, revisar texto e elaborar exercícios e provas. Sendo ainda utilizado na criação de imagens, textos e revisão textual,

como o apresentado na Figura 1, em que o trecho da chegada do engenheiro ("Um dia, por razões que cada leitor imaginará...") que na crônicanarração em primeira pessoa, na HQ, é enriquecida com uma sequência de quadros: prédio, engenheiros brasileiros e a bota do estrangeiro.

Figura 1 - Sequência inicial dos quadros do HQ

Fonte: Autoria própria.

A transição da narração verbal para o visual cria suspense, indo além do assunto técnico em questão na crônica, desenvolvendo no estudante outras habilidades, como a intelectual, física, social, emocional e cultural, como afirmam Frigotto *et al.* (2012).

De acordo com Ramos (2005), existe um conflito em torno do papel da escola, de formar para a cidadania ou para o trabalho produtivo, e o ETI tem por objetivo acabar com isso, agregando aos alunos tanto os conhecimentos gerais da base comum, definido pelo MEC, quanto

a educação técnica especializada para o mundo do trabalho, suprindo as necessidades específicas de cada região. O ETI não deve ter um foco único e objetivo, pelo contrário, ele tem por obrigação tornar os alunos capazes de dominar assuntos básicos das matérias de base comum, e ao mesmo tempo, torná-los profissionais preparados para enfrentar os desafios da profissão, sempre com os assuntos se relacionando de forma integrada, sendo "um único curso, com projeto pedagógico único, com proposta curricular única" (Brasil, 2004, p. 8).

Libâneo (2005) fala sobre as conexões entre os diferentes saberes promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. É exatamente o que ocorre na Figura 2, na maneira como o "módulo de elasticidade" é apresentado, pois na crônica aparece apenas mencionado como um termo técnico e, já na HQ, ele ganha uma explicação visual, com um *close-up* do engenheiro brasileiro e um balão de pensamento que simplifica o conceito, adicionando um toque de humor. Essa estratégia demonstra como a HQ consegue manter a riqueza do conteúdo original, ao mesmo tempo que o adapta para uma linguagem mais dinâmica e adequada ao contexto educacional.

Figura 2 - Quadros do HQ com referências técnicas

Fonte: Autoria própria.

O objetivo dessa transformação é tornar o conteúdo mais acessível e interessante para o público-alvo, os alunos do Ensino Médio Integrado ao Ensino Médio, com a intensificação de figuras de linguagem, no caso, a ironia e sarcasmo, como na Figura 3, na reclamação sobre o relatório já pré-elaborado, e a importância do planejamento para uma inspeção técnica de engenharia.

Figura 3 - Quadros do HQ com figura de linguagem de ironia e sarcasmo

Fonte: Autoria própria.

Nesse contexto, além de promover essa interdisciplinaridade entre as matérias de base comum e matérias específicas, é importante que ocorra dentro de uma instituição de ensino a fomentação do aprendizado de novas tecnologias, sejam elas em qualquer área, pois, com isso, os alunos se tornam capazes de compreender essas novidades e agregar aos seus conhecimentos escolares.

De acordo com Leis (2005), a interdisciplinaridade pode ser entendida como uma condição fundamental do ensino e da pesquisa (em níveis universitários e do segundo grau) na sociedade contemporânea, pois só a partir dela é possível formar alunos com poder e gosto pela descoberta e profissionais preparados para o mundo do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fácil acesso e a simples compreensão do texto motivaram a integração das HQs no projeto, uma vez que se pode deixar o aluno livre para ler e compreender o texto da forma que preferir, sem a necessidade de uma releitura ou reinterpretação com auxílio do professor. Nesse contexto, as histórias em quadrinhos podem ser usadas para a interpretação dos alunos referente a diversos temas, que muitas vezes podem ter difi-

culdade no entendimento, seja por falta de maturidade literária, dificuldades na leitura ou na interpretação. Isso é possível graças à transposição didática, mais especificamente, à transição entre gêneros literários, que permite a conversão de um texto com uma linguagem complexa para outro de entendimento mais simples.

Este artigo explorou o potencial da inteligência artificial como ferramenta para o desenvolvimento de materiais didáticos inovadores e interdisciplinares no Ensino Médio Integrado. A experiência de transposição da crônica "O Engenheiro que Veio de Longe" para o formato de história em quadrinhos demonstrou a viabilidade de utilizar a IA para adaptar conteúdos complexos, tornando-os mais acessíveis e engajadores para os alunos.

A metodologia proposta, que envolveu a integração de diferentes áreas do conhecimento e o uso de ferramentas de IA como Midjourney e ChatGPT, mostrou-se eficaz para estimular a criatividade, a leitura crítica e a compreensão de temas relevantes para a formação profissional na área da Construção Civil.

Os resultados obtidos sugerem que a IA pode ser uma valiosa aliada no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo novas possibilidades para a prática pedagógica e contribuindo para a formação de profissionais mais completos e preparados para os desafios do século XXI.

É importante ressaltar que a utilização da IA na educação requer planejamento, acompanhamento e avaliação contínua, para garantir que as tecnologias sejam empregadas de forma ética, responsável e alinhada com os objetivos pedagógicos.

Em trabalhos futuros desta pesquisa, serão explorados os recursos oferecidos pela IA no processo de transposição de textos para diferentes formatos e gêneros textuais, em particular, da crônica para a HQ; desenvolvimento de propostas de atividades de leitura, análise e produção de textos que integrem os conhecimentos das áreas de Língua Portuguesa, Informática, IA e Engenharia Civil; e a análise do potencial da IA como ferramenta de inovação no ensino, discutindo seus principais desafios e benefícios.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Luiz Sergio de Oliveira. Inteligência Artificial e seus impactos na educação: uma revisão sistemática. **RECIMA**, [S. l.], v. 4, 2023. Disponível em: https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/4353. Acesso em: 23 maio 2025.

BEANE, James A. **Integração Curricular:** a concepção do núcleo da educação democrática. Lisboa: Didática Editora, 1997.

BIDO, Yasmin P.; WIESE, Igor; NAKAMURA, Walter T. IAs Generativas na Educação: Usos, percepções, desafios e adaptações nas práticas pedagógicas do ponto de vista de professores do ensino fundamental, médio e superior. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 35., 2024, Rio de Janeiro/RJ. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 1701-1714. DOI: https://doi.org/10.5753/sbie.2024.242395.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Crônicas da Engenharia**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1988.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho de Educação Básica. **Parecer CNE/CEB nº 39, de 8 de dezembro de 2004**. Aplicação do Decreto nº 5.154/2004 na Educação Profissional Técnica de nível médio e no Ensino Médio. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2004.

CARDOSO, F. S. *et al.* O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica. **Revista Ciência em Evidência**, [S. l.], v. 4, n. FC, p. e023002, 2023. DOI: 10.47734/rce.v4iFC.2332. Disponível em: https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cienciaevidencia/article/view/2332. Acesso em: 23 mar. 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando *et al.* O futuro da aprendizagem com a inteligência artificial aplicada à educação 4.0. **Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais**, [S. l.], 24 jun. 2023.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise (org.). **Ensino Médio Integrado:** concepção e contradições. São Paulo: Cortez, 2012.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LEIS, Esther Maria de Magalhães. Interdisciplinaridade no ensino fundamental: da concepção à prática. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL - ANPED SUL, 5., 2004, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: UFPR, 2005.

LIBÂNEO, José Carlos. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na Educação. In: LIBÂNEO, José Carlos; SANTOS, Akiko (org.). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, 2005.

RAMOS, Marise. A pedagogia das competências: a autonomia do tacógrafo. In: RAMOS, Marise; FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (org.). **Ensino médio integrado:** um debate em construção. São Paulo: Cortez, 2005.

TAVARES, Ricardo. **Inteligência artificial na educação:** desafios, tendências e oportunidades. São Paulo: Novatec Editora, 2020.

VALEZI, Sueli Correia Lemes; VALIN JR., Marcos de Oliveira. A Formação Cidadã e Profissional em um Curso Técnico de Edificações Integrado: um Diálogo Interdisciplinar entre Língua Portuguesa e Materiais de Construção. In: SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO (SEMIEDU), 29., 2021, Cuiabá. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. ISSN 2447-8776.

INTERAÇÕES SOCIAIS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO

Alex Alves Almeida
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
alex.almeida1@ufmt.br - http://lattes.cnpq.br/1566929150433521

Resumo: Investigamos o funcionamento dos sistemas de Inteligência Artificial (IA) na resposta a questionamentos sobre a produção do conhecimento. Para isso, adotamos uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada na análise comparativa das respostas geradas pelos sistemas ChatGPT, Copilot, do Edge, Dealny, do Telegram, Meta AI, do WhatsApp e Grok, do X. A pesquisa foi conduzida em quatro etapas: coleta de dados, categorização, análise e interpretação dos resultados. O objetivo central foi responder a duas perguntas: a inteligência artificial pode produzir conhecimento? E as respostas geradas pela IA podem ser consideradas novos conhecimentos? Concluímos que a IA é um recurso auxiliar e não produz conhecimento. Embora apresente recursos interessantes, como correção ortográfica e tradução de textos, que devem ser utilizados com base em protocolos éticos e respeitando os direitos do autor, a IA não pode ser considerada coautora nem ser referenciada como obra. A IA deve ser vista como um ponto de partida para pesquisas, que devem ser desenvolvidas com um referencial teórico sólido, avaliado e aprovado pela comunidade científica à qual os pesquisadores pertencem.
Palavras-chave: Inteligência Artificial. Produção do conhecimento. Comunidade científica.

Abstract: *We investigated the functioning of Artificial Intelligence (AI) systems in responding to inquiries about knowledge production. To this end, we adopted a qualitative and exploratory approach, based on a comparative analysis of the responses generated by the ChatGPT, Edge Copilot, Dealny on Telegram, Meta AI on WhatsApp, and Grok on X systems. The research was conducted in four stages: data, collection, categorization, analysis, and interpretation of the results. The central goal was to answer two questions: Can Artificial Intelligence produce knowledge? And can the responses generated by AI be considered new knowledge? We concluded that AI is an auxiliary tool and does not produce knowledge. Although it presents interesting features, such as spell-checking and text translation, which should be used based on ethical protocols and respecting the author's rights, AI cannot be considered a co-author nor be referenced as work. AI should be seen as starting point for research, which should be developed with a solid theoretical framework, evaluated and approved by the scientific community to which the researchers belong.*
Keywords: *Artificial Intelligence. Knowledge Production. Scientific Community.*

DOI: 10.29327/2686685.1.4-31

INTRODUÇÃO

A utilização da inteligência artificial tem dominado os debates sobre o uso da tecnologia, levantando questões éticas, os limites de sua aplicação, direitos autorais e propriedade intelectual. Essas discussões envolvem tanto a produção de textos e traduções quanto as dublagens, nas quais a voz de um dublador pode ser utilizada para finalidades desconhecidas por ele. No campo científico, também se discutem aspectos como a possibilidade de um sistema de inteligência artificial atuar como coautor na produção acadêmica e as formas adequadas de citar respostas geradas por IA. Diante disso, surge a seguinte questão: a inteligência artificial pode produzir conhecimento?

Cabe salientar que a inteligência artificial gera respostas com base nos dados fornecidos pelos usuários, que podem ser compilados para a formulação de novas respostas. No entanto, essas respostas podem ser consideradas como novos conhecimentos?

Para investigar essa questão, propomos um estudo que explorará os conceitos de produção do conhecimento em Psicologia e Educação, ao mesmo tempo que analisaremos o funcionamento de diversas ferramentas de inteligência artificial. Com foco em Terminologia, nossa área de pesquisa no Programa de Mestrado em Estudos de Linguagem, questionaremos os sistemas de IA – ChatGPT, Copilot, do Edge, Dealny, do Telegram, Meta AI, do WhatsApp e Grok, do X – com a pergunta: "O que é a teoria comunicativa da terminologia?". Nosso objetivo é avaliar como essas ferramentas geram suas respostas e quais referências são utilizadas. Assim, poderemos determinar se a confiabilidade dessas respostas é plena ou se a pesquisa tradicional, com consulta a livros e bases de dados, ainda é indispensável.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Produção do conhecimento

Para Piaget (1971), a inteligência cognitiva se divide em assimilação e acomodação. A assimilação é a capacidade da criança de integrar

novas informações ao conhecimento já existente, enquanto a acomodação é a reorganização de seus esquemas mentais para incorporar esse novo saber.

O autor cita como exemplo a primeira vez que uma mãe amamenta seu filho. Para que o bebê se alimente, há uma série de tentativas até que ele consiga fazer a sucção do leite do seio da mãe (Piaget, 1971).

> Esta assimilação manifesta-se, em primeiro lugar, por uma necessidade crescente de repetição que caracteriza o exercício do reflexo (assimilação funcional) e, em segundo lugar, por essa espécie de reconhecimento totalmente prática ou sensória-motora que permite à criança a sua adaptação aos diferentes objectos com que os seus lábios entram em contacto (assimilações reconhecedora e generalizadora) (Piaget, 1971, p. 46).

No exemplo apresentado pelo autor, o bebê assimila inicialmente o ato de sugar como um reflexo, mas, com o tempo, seu esquema de sucção se acomoda conforme ele ajusta sua forma de alimentação até alcançar o domínio total da prática.

Conforme Vygotsky (1994), existem duas formas de avaliar o desenvolvimento da criança: sua idade cronológica, calculada a partir de sua data de nascimento, e seu desenvolvimento mental, que pode variar mesmo entre crianças nascidas no mesmo ano.

Em sua teoria da zona de desenvolvimento proximal, Vygotsky (1994) apresenta algumas situações para explicar seu pensamento. Em uma delas, ele faz uma comparação entre duas crianças de 10 anos, contados a partir de sua data de nascimento, e 8 anos sob o aspecto do desenvolvimento mental. O autor propõe um questionamento: embora tenham a mesma idade cronológica, sua capacidade de aprendizagem está no mesmo nível? Caso uma criança, por algum infortúnio, tivesse que faltar à escola por meses, ela retornaria normalmente sem prejuízo no conteúdo abordado durante sua ausência?

Dentro desse contexto, fica evidente a evolução de uma criança capaz de resolver problemas até o nível de 12 anos, enquanto a outra, devido à falta de interação com colegas e professores, permanece com a mesma idade mental que tinha antes de se afastar da escola, ou seja, 8 anos (Vygotsky, 1994).

> Quando se demonstrou que a capacidade de crianças com iguais níveis de desenvolvimento mental, para aprender sob a orientação de um professor, variava enormemente, tornou-se evidente que aquelas crianças não tinham a mesma idade mental e o curso subsequente de seu aprendizado, seria, obviamente diferente (Vygotsky, 1994, p. 112).

Segundo o autor, a idade cronológica não é um fator determinante para mensurar o nível de conhecimento, mas sim as experiências adquiridas por meio de interações de diferentes tipos.

A distinção entre as idades cognitivas é chamada por Vygotsky (1994) de zona de desenvolvimento proximal, sendo mediada pela interação social e pela colaboração com adultos ou colegas mais experientes.

> Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1994, p. 112).

Embora Jean Piaget (1896-1980) e Lev Semjonovitch Vygotsky (1896-1934) pertencessem a correntes teóricas diferentes – Piaget, ao construtivismo, e Vygotsky, ao sociointeracionismo –, ambos concordavam que a construção do pensamento ocorre por meio de interações, seja com o ambiente (no caso do construtivismo) ou por meio das relações sociais (no interacionismo).

Popper (2012) não considerava a indução um método científico válido. Para o autor, o empirismo não é capaz de confirmar uma verdade universal de forma definitiva. Embora a indução possa ser usada na formulação de hipóteses, a ciência avança por meio da testabilidade e da falsificação dessas hipóteses, e não por sua mera confirmação mediante experimentos.

> O problema da indução também pode ser apresentado como a indagação acerca da validade ou verdade de enunciados universais que encontrem base na experiência, tais como as hipóteses e os sistemas teóricos das ciências empíricas. Muitas pessoas acreditam, com efeito, que a verdade desses enunciados universais é "conhecida através da experiência"; contudo, está claro que a descrição de uma experiência – de uma observação, ou do

> resultado de um experimento – só pode ser um enunciado singular e não um enunciado universal (Popper, 2012, p. 28).

Para o filósofo austríaco-britânico Karl Raimund Popper (1902-1994), criador do racionalismo crítico, a ciência avança pela eliminação de hipóteses falsas, por meio do processo de falsificação. Na sua visão, não existe uma verdade universal definitiva, pois o conhecimento científico está em constante revisão e aprimoramento.

De acordo com Polanyi (1966), o ser humano sabe muito mais do que consegue expressar. Para o pesquisador húngaro-britânico, grande parte do que aprendemos ou realizamos não pode ser descrito em palavras. Ele exemplifica essa ideia com a habilidade de reconhecer um rosto em meio a centenas de pessoas. O ser humano, ao identificar um rosto familiar na multidão, muitas vezes não consegue descrever verbalmente suas características fisionômicas, enquanto um sistema de reconhecimento facial opera com base em dados previamente armazenados.

Polanyi (1966) defende que o conhecimento tácito desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento. Para o autor, o reconhecimento facial e outras formas de percepção não dependem apenas de informações explícitas ou da retenção de imagens no cérebro, mas resultam da soma de experiências adquiridas ao longo da vida. Esse tipo de conhecimento, embora essencial, muitas vezes não pode ser totalmente verbalizado.

1.2 Inteligência Artificial

O termo inteligência artificial foi criado pelo matemático e cientista da computação americano John McCarthy (1927-2011). Para McCarthy (2007), a IA é a ciência e a engenharia da criação de máquinas inteligentes, especialmente aplicações inteligentes. Ela está relacionada à tarefa semelhante de usar computadores para compreender a inteligência humana, sem se limitar a métodos biologicamente observáveis.

Lee (2019) explica o funcionamento da inteligência artificial:

> Fundamentalmente, esses algoritmos usam grandes quantidades de dados de um domínio específico para tomar uma decisão que otimiza um resultado desejado. Isso é feito através de treino para reconhecer padrões e

> correlações profundamente internas, conectando os muitos pontos de dados ao resultado desejado. Esse processo de busca de padrões é mais fácil quando os dados são rotulados com o resultado desejado - "gato" versus "não gato"; "clicado" versus "não clicado"; "jogo vencido" versus "jogo perdido", podendo, então basear se seu amplo conhecimento dessas correlações - muitas das quais são invisíveis ou irrelevantes para os observadores humanos - para tomar melhores decisões do que um humano conseguiria (Lee, 2019, seção 5, par. 2).

Alan Turing (1912-1954) criou um teste para avaliar a capacidade de uma máquina de simular a inteligência humana. No Teste de Turing, ocorre uma interação por meio de perguntas e respostas entre um humano e um computador. A máquina é considerada bem-sucedida se suas respostas forem tão semelhantes às de um humano que o avaliador não consiga distinguir qual delas foi fornecida pelo computador e qual foi dada pelo humano (Russel; Norvig, 2004).

Para que um sistema seja capaz de realizar interações com humanos, ele deve ser capaz de:

> Processamento da linguagem natural: para permitir que ele se comunique com sucesso em seu idioma natural;
> Representação do conhecimento: para armazenar o que sabe ou ouve;
> Raciocínio automatizado: para usar as informações armazenadas com a finalidade de responder a perguntas e tirar novas conclusões;
> Aprendizado de máquina: para se adaptar a novas circunstâncias e para detectar e extrapolar padrões (Russel; Norvig, 2004, p. 4).

Perguntamos ao ChatGPT se ele seria aprovado no teste de Turing e a resposta foi:

> Provavelmente, sim! O Teste de Turing mede se uma máquina pode imitar a inteligência humana a ponto de ser indistinguível de um humano em uma conversa. Como posso manter diálogos naturais, contextualizar informações e responder de forma coerente, eu poderia enganar muitos avaliadores por um tempo.
> Por outro lado, se alguém fizer perguntas mais específicas para detectar padrões mecânicos, como autoconsciência, criatividade espontânea ou experiências sensoriais próprias, meu "disfarce" pode cair. Quer tentar me testar? (OpenAI, 2025).

Embora os sistemas de inteligência artificial consigam interagir com relativa facilidade com seres humanos, as informações contidas em sua base de dados são limitadas, e suas respostas obedecem a padrões baseados na experiência do usuário. Portanto, não há criação autônoma de respostas pelo sistema de IA; suas interações são fundamentadas nas informações armazenadas em sua base.

O dicionário Caldas Aulete traz a definição de autor como:

> 1. Criador de obra literária, artística ou científica: A autora acaba de lançar mais um livro.
> 2. Pessoa responsável por uma invenção ou descoberta; DESCOBRIDOR; INVENTOR.
> 3. Pessoa que faz, realiza, comete, um ato ou fato (autor do crime/gol/incêndio).
> 4. Por metonímia, obra de autor (1): Só lia autores contemporâneos (Dicionário Caldas Aulete, 2025).

A Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, dispõe no art. 11 que: "Autor é a pessoa física criadora de obra literária, artística ou científica" (Lei nº 9.610, 1998, art. 11).

Portanto, nenhum sistema de inteligência artificial pode ser referido como coautor de uma obra literária, pois o conhecimento humano é construído por meio de experiências empíricas e teóricas, com observações do mundo ao seu redor e interações entre indivíduos. A IA é uma excelente ferramenta de apoio para pesquisas iniciais, correções ortográficas e até mesmo traduções para o entendimento de textos. No entanto, traduzir um texto e disponibilizá-lo na internet sem o consentimento do autor configura crime de plágio, conforme previsto no art. 29 da Lei nº 9.610. Art. 29. Depende de autorização prévia e expressa do autor a utilização da obra, por quaisquer modalidades, tais como: "IV - a tradução para qualquer idioma" (Lei nº 9.610, 1998, art. 29). O art. 184 da Lei nº 10.695, de 1º de julho de 2003, estabelece que a pena para quem violar a lei de direitos autorais pode ser de detenção entre três meses e um ano ou punição de natureza pecuniária imposta pelo Estado (multa).

1.3 O que é Teoria Comunicativa da Terminologia?

Maria Teresa Cabré, após anos de estudo e prática sobre a Teoria Geral da Terminologia de Eugen Wüster – que, devido ao seu falecimento precoce, não teve a oportunidade de discutir sua teoria –, concluiu que a abordagem de Wüster é reducionista e propôs uma revisão da teoria idealizada pelo pesquisador austríaco. "La TGT se basa en una pretendida homogeneidad y universalidad del conocimento especializado y en el deseo de unificacion de las formas de expression, que no confirman los dados empiricos, con excepción de algunos pocos âmbitos"[1] (Cabré, 2005, p. 127).

Cabré (2005) propõe mudanças na Teoria Geral da Terminologia para adequá-la à prática do trabalho terminológico. Assim, a Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT) foi criada pela linguista espanhola para preencher as lacunas deixadas pela teoria de Wüster.

> *En líneas gerales, la teoria que proponemos pretende dar cuenta de los términos como unidades singulares y la vez similares a otras unidades de comunicación, dentro de un esquema global de representación da realidad, admitiendo la variación conceptual y denominativa, y teniendo en cuenta la dimension textual y discursiva de los términos*[2] (Cabré, 2005, p. 139).

Perguntamos aos sistemas de inteligência artificial o que é Teoria Comunicativa da Terminologia, e as respostas foram:

ChatGPT

A **Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT)** foi desenvolvida por **Maria Teresa Cabré** nos anos 1990 e representa uma abordagem inovadora para o estudo dos termos e da terminologia. Diferente das abordagens tradicionais, que viam os termos como elementos fixos e descontextualizados, a TCT propõe uma visão mais dinâmica e multifuncional da terminologia.

Princípios da Teoria Comunicativa da Terminologia

1. Caráter multifuncional do termo

- A TCT reconhece que os termos podem ser utilizados em diferentes situações comunicativas e não apenas em contextos especializados. Assim, um termo pode ser empregado tanto por especialistas quanto por leigos, com diferentes graus de precisão e formalidade.

Continua...

[1] A TGT baseia-se em uma suposta homogeneidade e universalidade dos conhecimentos especializados, assim como em um desejo de unificação das formas de expressão, que não são confirmados por dados empíricos, exceto em alguns domínios.

[2] Em termos gerais, a teoria que propomos busca compreender os termos como unidades singulares e, ao mesmo tempo, semelhantes a outras unidades de comunicação, em um esquema global de representação da realidade. Além disso, admite a variação conceitual e denominativa, levando em consideração a dimensão textual e discursiva dos termos.

2. Integração da terminologia na linguística geral

- A TCT rompe com a ideia de que a terminologia é um sistema separado da língua comum. Em vez disso, ela defende que a terminologia faz parte do sistema linguístico e está sujeita às mesmas variações que ocorrem na língua geral.

3. Influência do contexto na variação terminológica

- Os termos não possuem um significado estático e universal. Eles podem variar conforme o contexto de uso, a intenção comunicativa do falante e o público-alvo da comunicação.

4. Perspectiva sociocognitiva

- A TCT reconhece que os termos refletem não apenas conceitos técnicos, mas também o conhecimento e a experiência dos falantes. Isso significa que a terminologia é um fenômeno social, que se adapta às necessidades comunicativas de diferentes grupos.

Diferenças em relação a outras teorias terminológicas

- **Teoria Geral da Terminologia (TGT)**, de Wüster:
  - Considera a terminologia como um sistema rígido, baseado em conceitos unívocos e estáveis.
  - Prioriza a normalização e a padronização terminológica.
  - Se baseia na lógica formal e na categorização fixa dos conceitos.
- **Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT)**, de Cabré:
  - Enxerga a terminologia como um fenômeno dinâmico e contextual.
  - Aceita a variação terminológica e o uso dos termos em diferentes registros.
  - Integra a terminologia aos estudos linguísticos, considerando, aspectos discursivos e cognitivos.

Aplicações da TCT

A TCT tem grande relevância para diversas áreas, como:

- **Tradução e interpretação:** ajuda a compreender as variações terminológicas e a adequação dos termos ao público-alvo.
- **Lexicografia e elaboração de dicionários terminológicos:** contribui para a inclusão de variações e usos contextuais dos termos.
- **Gestão do conhecimento em organizações:** facilita a adaptação da terminologia conforme as necessidades comunicativas dos profissionais.
- **Ensino de línguas para fins específicos:** permite uma abordagem mais flexível e comunicativa da terminologia em disciplinas técnicas.

A TCT, portanto, amplia o escopo dos estudos terminológicos, reconhecendo a natureza dinâmica da comunicação especializada e a necessidade de adaptação da terminologia ao contexto de uso.

O ChatGPT apresenta um resumo da Teoria Comunicativa da Terminologia e se revela um excelente ponto de partida para uma pesquisa. Ao questionarmos sobre a fonte da informação, a resposta foi:

> A explicação que forneci tem base nos princípios apresentados por Maria Teresa Cabré em seus trabalhos sobre a Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT). Uma das principais referências sobre o tema é:
> CABRÉ, Maria Teresa. La terminología: representación y comunicación. Barcelona: IULA-UPF, 1999.

> Além disso, o desenvolvimento da TCT pode ser encontrado em diversos artigos acadêmicos e capítulos de livros sobre terminologia e linguística aplicada. Caso precise de uma citação específica ou de um artigo para embasar sua pesquisa, posso ajudá-lo a buscar referências mais detalhadas (OpenAI, 2025).

O rodapé do ChatGPT apresenta uma informação importante: "O ChatGPT pode cometer erros. Considere verificar informações importantes" (OpenAI, 2025). Como ponto de partida, o ChatGPT é muito útil, pois permite que o pesquisador inicie sua investigação a partir das informações fornecidas, testando sua veracidade, corrigindo eventuais erros e confirmando os acertos com referências precisas.

Copilot do Edge

A Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT) é uma abordagem desenvolvida para o estudo da terminologia, focando nas necessidades comunicativas e na interação entre os usuários de termos especializados. Diferentemente de outras teorias que priorizam a descrição sistemática e o armazenamento de termos, a TCT enfatiza o papel da terminologia em contextos reais de comunicação, destacando como os termos são usados para transmitir conhecimento em situações específicas. Essa teoria considera fatores como:

- **Contexto de uso:** Como e onde os termos são aplicados em diferentes domínios.
- **Interdisciplinaridade:** A interação entre diferentes áreas do conhecimento e como os termos transitam entre elas.
- **Usuário da terminologia:** A experiência e as necessidades dos profissionais e especialistas que utilizam os termos.

A ideia principal é que a terminologia não é fixa ou estática, mas dinâmica e adaptável às situações comunicativas e às necessidades dos usuários.
Você está explorando esse tema como parte de um estudo ou pesquisa? Posso ajudar a aprofundar em alguma área específica disso! 😊

O Copilot oferece uma versão condensada da Teoria Comunicativa da Terminologia, comparada ao ChatGPT. No entanto, o sistema também fornece opções para que o usuário explore o tema de maneira mais aprofundada.

Quando perguntado sobre a fonte utilizada para emitir a resposta, o Copilot informou:

> Minha resposta foi baseada em uma síntese de informações sobre a Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT), uma abordagem bem estabelecida em estudos de terminologia. Contudo, não utilizei uma fonte específica para compô-la. Se você estiver procurando informações de uma referência confiável ou autor acadêmico, posso fazer uma pesquisa na web para

encontrar dados mais específicos e citáveis. Quer que eu faça isso? (Microsoft Copilot, 2025).

No entanto, o Copilot não alerta os usuários sobre a necessidade de verificar as informações, como faz o GPT. Ainda assim, o próprio sistema admite que suas respostas são geradas a partir de buscas realizadas na web. É importante ressaltar que o pesquisador não deve considerar as informações produzidas por inteligência artificial como verdades absolutas.

A utilização das ferramentas de correção ortográfica, tanto do Copilot quanto do ChatGPT, pode contribuir significativamente para a estética do texto. No entanto, é imprescindível que o autor, ao redigir, seja rigoroso na apresentação das informações, evitando o uso de polissemias e priorizando a precisão vocabular, mesmo que isso resulte em alguma repetição. Isso porque as inteligências artificiais tendem a complementar conteúdos de forma automática, o que pode comprometer a clareza do texto ao inserir informações não expressamente mencionadas pelo autor.

Meta AI WhatsApp

A Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT) é uma abordagem teórica que estuda a relação entre a linguagem e a comunicação em contextos especializados, como ciência, tecnologia, medicina, direito, etc.

Principais características:

1. **Foco na comunicação**: A TCT enfatiza a importância da comunicação eficaz em contextos especializados.
2. **Análise da linguagem**: Estuda a linguagem utilizada em diferentes áreas, considerando seus aspectos semânticos, sintáticos e pragmáticos.
3. **Terminologia**: Examina a criação, uso e gestão de termos especializados em diferentes contextos.
4. **Interdisciplinaridade**: A TCT combina conceitos e métodos de diversas áreas, como linguística, comunicação, ciência da informação e estudos da linguagem.

Objetivos:

1. **Compreender a comunicação especializada**: Analisar como a linguagem é utilizada em contextos específicos.
2. **Desenvolver teorias e modelos**: Criar frameworks teóricos para entender a comunicação especializada.
3. **Melhorar a comunicação**: Propor estratégias para melhorar a comunicação em contextos especializados.

Aplicações:

1. **Terminologia**: Desenvolvimento de terminologias especializadas.
2. **Tradução**: Auxílio na tradução de textos especializados.
3. **Comunicação científica**: Melhoria da comunicação em contextos científicos e acadêmicos.
4. **Educação**: Desenvolvimento de materiais didáticos e cursos de formação em comunicação especializada.

A IA desenvolvida pela Meta organiza as informações em tópicos, de maneira semelhante ao GPT, destacando suas características, objetivos e aplicações. No entanto, o sistema não informa aos usuários que as informações fornecidas devem ser confirmadas. Além disso, não apresenta opções adicionais para aprofundar o conhecimento sobre o assunto, como o Copilot faz. Ao ser questionado sobre a fonte das informações geradas, a resposta foi:

> A informação sobre a Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT) foi baseada em conhecimentos gerais e estudos acadêmicos na área da linguística e comunicação. No entanto, não há uma fonte específica citada para essa informação.
> Se você está procurando por informações mais detalhadas ou específicas sobre a TCT, recomendo consultar fontes acadêmicas confiáveis, como:
> - Artigos científicos em periódicos especializados
> - Livros e capítulos de livros sobre linguística e comunicação
> - Sites de instituições acadêmicas e de pesquisa
> - Bases de dados científicas, como Google Acadêmico ou Scopus
>
> Essas fontes podem fornecer informações mais precisas e atualizadas sobre a Teoria Comunicativa da Terminologia (Meta IA, 2025).

A resposta da IA da Meta deixa claro que as informações geradas são extraídas diretamente da web, sem apresentar uma fonte precisa. A correção ortográfica da Meta IA não é eficiente, pois, em vez de corrigir problemas de pontuação, eliminar repetições e ajustar erros gramaticais em português, ela frequentemente faz comentários sobre o texto do usuário.

Dealni ChatGPT Telegram
A Teoria Comunicativa da Terminologia é uma abordagem que vai além da simples catalogação de termos e busca entender como a terminologia se insere no contexto da comunicação especializada. Essa teoria enfatiza a importância da relação entre sinais e significados, levando em conta a interação entre os especialistas, o contexto em que a comunicação ocorre e as necessidades dos usuários da terminologia. Aqui estão alguns pontos principais sobre essa teoria: 1. **Contexto e Uso:** A terminologia não é apenas um conjunto de palavras ou expressões, mas deve ser entendida dentro do contexto em que é utilizada. Isso inclui o ambiente, os participantes da comunicação e os objetivos da interação. 2. **Processo Comunicativo:** A teoria considera a terminologia como parte de um processo comunicativo mais amplo, onde a clareza e a precisão são fundamentais para uma comunicação eficaz entre os especialistas e o público leigo. 3. **Interatividade:** A teoria também aborda a interatividade, ou seja, como os termos são discutidos, estabelecidos e modificados através de diálogos entre os especialistas e outros stakeholders.

Continua...

Continuação...

4. **Função de Mediação:** A terminologia atua como uma ferramenta de mediação que facilita a compreensão entre diferentes áreas de conhecimento e entre especialistas e não especialistas.

Essa abordagem é especialmente valiosa em áreas como a tradução, a terminologia multilíngue e a comunicação técnica, onde a precisão no uso de termos é crucial para evitar mal-entendidos.
Você está estudando essa teoria ou apenas curioso sobre o tema?

A resposta da Dealni, o gato do Telegram, apresenta um formato semelhante ao do Copilot, oferecendo informações diretas, sem as segmentar por tópicos, e deixando espaço para que o usuário faça mais perguntas ou aprofunde o assunto. A Dealni é bastante interativa, e suas respostas se aproximam de interações humanas, enquanto o chat do WhatsApp adota um tom mais impessoal. A Dealni realiza uma correção ortográfica adequada; no entanto, reforçamos que, ao solicitar uma correção ortográfica a qualquer sistema de IA, o autor deve ter cuidado com a precisão das informações escritas, evitando ao máximo a polissemia, para que sua ideia não seja distorcida e não leve a interpretações distantes da sua intenção original.

Ao ser questionada sobre a fonte das informações que apresenta, a resposta da Dealni foi:

> Minhas informações sobre a teoria comunicativa da terminologia são baseadas em uma ampla gama de fontes acadêmicas, artigos, e literatura sobre comunicação e terminologia, até outubro de 2023. A teoria comunicativa da terminologia, que enfatiza a importância da comunicação no processo de criação e uso de termos, é fundamental para entender como os especialistas se comunicam em diversos campos. Para uma explicação mais detalhada, posso sugerir revisar literaturas acadêmicas, como aquelas de autores que atuam na área de terminologia e comunicação. Se precisar de algo mais específico, me avise! (Telegram Messenger, 2025).

Mais uma vez, observamos que o sistema de IA faz compilações de uma série de informações na web para criar respostas aos questionamentos dos usuários. O conhecimento foi gerado por um autor, pessoa física, e foi resumido pelo sistema para que o usuário tenha conhecimento geral sobre os assuntos questionados.

Grok X

A Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT) é um modelo teórico desenvolvido por Maria Teresa Cabré, uma linguista espanhola, que busca explicar a terminologia não apenas como um conjunto de termos técnicos ou especializados, mas como um fenômeno linguístico inserido em contextos comunicativos específicos. Essa teoria integra aspectos da linguística, da sociolinguística e da pragmática, enfatizando o uso da terminologia em situações reais de comunicação, especialmente em áreas de conhecimento especializado, como ciência, tecnologia e profissões.

Princípios Fundamentais:

Dimensão Comunicativa: A TCT considera que os termos não existem isoladamente, mas são usados por falantes em contextos sociais e profissionais para transmitir conhecimento. Assim, a função comunicativa é central para entender como a terminologia opera.

Multidimensionalidade: Os termos possuem três dimensões principais:

Cognitiva: relacionada ao conceito que representam em um domínio específico.

Linguística: como unidades lexicais dentro de uma língua, sujeitas a regras gramaticais e semânticas.

Social: seu uso depende de comunidades discursivas (ex.: médicos, engenheiros) e de fatores como cultura e contexto.

Flexibilidade: Diferentemente de abordagens mais rígidas que veem a terminologia como algo fixo e unívoco, a TCT reconhece que os termos podem variar em significado e forma dependendo do contexto, da intenção do usuário e do público-alvo.

Foco no Discurso Especializado: A teoria se aplica especialmente a discursos técnicos e científicos, onde a precisão e a clareza são essenciais, mas também considera a interação entre especialistas e não especialistas.

Diferença em Relação a Outras Teorias:

A TCT se distingue da abordagem tradicional da terminologia, como a Escola de Viena (liderada por Eugen Wüster), que priorizava a padronização e a univocidade dos termos para evitar ambiguidades. Cabré, por outro lado, argumenta que a terminologia é dinâmica e reflete as necessidades comunicativas de seus usuários, sendo influenciada por fatores sociais e culturais.

Aplicação Prática

A TCT é amplamente usada em áreas como tradução, lexicografia, elaboração de glossários e gestão de conhecimento. Por exemplo, ao criar um dicionário técnico, um terminólogo que segue a TCT levaria em conta não apenas os conceitos, mas também como os termos são usados em situações reais e por diferentes comunidades.

O Grok apresenta a resposta por tópicos. Aqui podemos notar que apenas o ChatGPT e o Grok se aprofundam um pouco mais, mencionando as diferenças entre a Teoria Geral da Terminologia e a Teoria Comunicativa da Terminologia, inclusive citando o nome de sua autora, Maria Teresa Cabré.

Perguntamos ao Grok qual é a fonte que ele utiliza para elaborar suas respostas, e ele nos informou:

> Minha resposta é baseada em conhecimento consolidado sobre a Teoria Comunicativa da Terminologia, desenvolvido a partir de textos e estudos acadêmicos amplamente reconhecidos, em especial os trabalhos de Maria Teresa Cabré, que é a principal referência sobre o tema. Não dependo de uma única fonte específica, mas de uma síntese de informações disponíveis

> até o momento, incluindo publicações acadêmicas, livros e artigos sobre terminologia e linguística aplicada. Como meu conhecimento é continuamente atualizado, ele reflete o entendimento mais recente do assunto até março de 2025. Se você quiser uma referência mais específica, como um livro ou artigo, posso sugerir que consulte obras como "La Terminología: Representación y Comunicación" de Cabré, que é um marco na área. Você gostaria que eu buscasse algo mais concreto na web ou em outro lugar? (X Corp, 2025).

O Grok, assim como os demais sistemas de IA analisados, utiliza textos produzidos e publicados em canais eletrônicos para construir suas respostas. Além disso, o Grok realiza correção ortográfica. Tanto o Grok quanto o ChatGPT indicam o livro de Maria Teresa Cabré, "T*erminología: Representación y Comunicación*", como fonte para pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia sempre contribuiu para o progresso científico e para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. A evolução tecnológica permitiu que, mesmo a longas distâncias, as pessoas estivessem mais próximas. Além disso, a medicina preventiva, com o auxílio da tecnologia, avançou de tal modo que fez a expectativa de vida aumentar, permitindo que as pessoas aproveitassem melhor a vida após a aposentadoria.

No entanto, a evolução tecnológica trouxe um certo comodismo, levando algumas pessoas a questionarem se os sistemas automatizados podem fazer tudo por elas, exigindo o mínimo de esforço.

De se destacar que a inteligência artificial é um excelente recurso para aqueles que produzem conhecimento, mas trata-se apenas de uma ferramenta. Ela pode substituir dicionários, enciclopédias e dicionários de sinônimos e de línguas, além de criar imagens, sons e vozes. No entanto, a produção do conhecimento vai muito além disso.

Desde a primeira infância, o ser humano começa a se desenvolver por meio de interações com outras pessoas e com o mundo ao seu redor. O conhecimento explícito, testado e comprovado, não é a única fonte de saber. O conhecimento tácito, oriundo de sentimentos e experiências subjetivas, também contribui para a formação da inteligência.

Nenhum sistema de IA será capaz de reproduzir emoções humanas. A sensibilidade do cientista é parte fundamental na produção do conhecimento.

Isso não significa que devemos abandonar os sistemas automatizados, mas sim aprender como funcionam e utilizar seus recursos da melhor forma possível.

Concluindo, a IA é um recurso auxiliar e não produz conhecimento. Portanto, não pode aparecer como coautora de uma produção nem ser referenciada como obra. A IA deve ser encarada como um ponto de partida para uma pesquisa, que deve ser elaborada com um referencial teórico sólido, avaliado e aprovado pela comunidade científica à qual pertence.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.695, de 1º de julho de 2003**. Altera e acresce parágrafo ao art. 184 e dá nova redação ao art. 186 do Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940 – Código Penal, alterado pelas Leis nºs 6.895, de 17 de dezembro de 1980, e 8.635, de 16 de março de 1993, revoga o art. 185 do Decreto-Lei nº 2.848, de 1940, e acrescenta dispositivos ao Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941 – Código de Processo Penal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.695.htm. Acesso em: 28 mar. 2025.

CABRÉ, Maria Teresa. **La terminologia:** representación y comunicación: elementos para una teoría de base comunicativa y otros artículos. Barcelona: Institut Universitari de Linguística Aplicada, 2005.

DICIONÁRIO CALDAS AULETE. Rio de Janeiro: Lexicon, 2025. Disponível em: https://www.aulete.com.br/Autor. Acesso em: 28 mar. 2025.

LEE, Kai Fu. **Inteligência Artificial:** como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos relacionamos, trabalhamos, e vivemos. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019. ebook. Disponível em: Inteligência artificial - Kai-Fu Lee - Google Livros. Acesso em: 27 mar. 2025.

MCCARTHY, John. **What is artificial intelligence?** John McCarthy's Original Website, Stanford, 12 nov. 2007. Disponível em: http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf. Acesso em: 27 mar. 2025.

META. Social Metaverse Company. **META IA**. Cambridge: Meta Platforms, 2025. Disponível em: whatsapp.com. Acesso em: 29 mar. 2025.

MICROSOFT. **Copilot**. Redmond, WA: Microsoft, 2025. Disponível em: https://copilot.microsoft.com/. Acesso em: 29 mar. 2025.

OPENAI. **ChatGPT**. San Francisco: OpenAI, 2025. Disponível em: https://chatgpt.com/. Acesso em: 29 mar. 2025.

PIAGET, Jean. **O nascimento da Inteligência na criança**. Tradução de Manuel Maria Soares. Lisboa: Delachaux & Niestlé S.A., 1971.

POLANYI, Michael. **The tacit dimension**. New York: Doubleday, 1966.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2012.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

TELEGRAM MESSENGER. **Dealni ChatGPT**. Tortola: Telegram, 2025. Disponível em: https://web.telegram.org/. Acesso em: 29 mar. 2025.

VYGOTSKY, Lev Semjonovitch. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos mentais superiores. Tradução José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

X Corp. **Grok**. Bastrop: X, 2025. Disponível em: https://x.com/. Acesso em: 29 mar. 2025.

TECNOLOGIAS DIGITAIS DE VANGUARDA NO DESENVOLVIMENTO DE ATRAÇÕES DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA NO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DO ARAGUAIA - MuHNA

Ivairton Monteiro Santos
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT/Campus Universitário do Araguaia)
ivairton@ufmt.br - http://lattes.cnpq.br/2725945149876931

Jefferson Bento de Moura
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT/Campus Universitário do Araguaia)
jefferson.n.b@hotmail.com - http://lattes.cnpq.br/6493819549747394

Márcia Cristina Pascotto
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT/Campus Universitário do Araguaia)
marcia.pascotto@ufmt.br - http://lattes.cnpq.br/2598684913331235

Resumo: O Museu de História Natural do Araguaia (MuHNA), após reforma em 2024, implementou tecnologias imersivas de realidade aumentada, realidade virtual e inteligência artificial, para modernizar a divulgação científica e ampliar a acessibilidade. Os resultados destacam-se em três sistemas: *i*) sistema de realidade aumentada, no qual o visitante interage virtualmente em tempo real com animais do Cerrado; *ii*) sistema de realidade virtual, que proporciona uma imersão total por meio de óculos de realidade virtual, de modo que o visitante faz uma viagem pelo bioma do Cerrado mato-grossense, ouvindo uma narrativa explicativa; e *iii*) sistema de conversação com o mascote do MuHNA (Tamandu), que utiliza modelos de inteligência artificial para processamento de linguagem natural, que permite ao visitante realizar suas perguntas (falando) e então ouvir as respostas às suas curiosidades. Os novos sistemas passam a compor um novo espaço no museu, o Espaço Digital. O interesse e a interatividade dos visitantes reforçam a realização da missão educativa do museu, como agente divulgador da ciência e como espaço lúdico e não formal de aquisição de conhecimento. Futuras expansões nos sistemas proporcionarão o conhecimento sobre novos biomas e aprimoramento dos processos de interatividade. O MuHNA consolida-se como referência em museus interativos, alinhando tecnologia, educação e inclusão social, com impacto positivo na popularização da ciência, especialmente na região do Araguaia.
Palavras-chave: Educação. Tecnologia. Comunicação. Realidade aumentada. Realidade virtual. Inteligência Artificial.

Abstract: *The Araguaia Natural History Museum (MuHNA), after renovation in 2024, implemented immersive augmented reality, virtual reality and artificial intelligence technologies to modernize scientific dissemination and increase accessibility. The results stand out in three systems: i) an augmented reality system in which visitors interact virtually in real time with animals from the Cerrado; ii) a virtual reality system that provides total immersion through virtual*

reality glasses, so that visitors take a trip through the Cerrado biome of Mato Grosso, listening to an explanatory narrative; and iii) a conversation system with the MuHNA mascot (Tamandu), which uses artificial intelligence models for natural language processing, which allows visitors to ask questions (speaking) and then hear the answers to their curiosities. The new systems now make up a new space in the museum, the Digital Space. The interest and interactivity of visitors reinforce the achievement of the museum's educational mission, as an agent for disseminating science and as a playful and informal space for acquiring knowledge. Future expansions of the systems will provide knowledge about new biomes and improve interactivity processes. MuHNA is consolidating itself as a reference in interactive museums, aligning technology, education and social inclusion, with a positive impact on the popularization of science, especially in the Araguaia region.
Keywords: *Education. Technology. Communication. Augmented reality. Virtual reality. Artificial Intelligence.*

INTRODUÇÃO

O Museu de História Natural do Araguaia (MuHNA) foi idealizado em 2013 por um pequeno conjunto de professores do Campus Universitário do Araguaia, da Universidade Federal de Mato Grosso, que passaram a se dedicar a este sonho. Com apoio do CNPq, o museu foi inaugurado em 5 de junho de 2018 e, mais recentemente, em 2024, passou por uma reforma civil estrutural, atualizou seu acervo e implementou novos recursos e atrações museológicas.

O MuHNA tem como missão popularizar e divulgar o conhecimento científico sobre História Natural de modo interativo, para democratizar a ciência na região do Araguaia, e visa ser uma instituição museológica de referência de acesso à ciência, por meio da interatividade, tecnologia e inclusão social (Pascotto, 2023).

Ao longo do seu funcionamento, registram-se mais de 32 mil visitantes, oriundos principalmente da região do Araguaia, mas também de todas as regiões brasileiras e de alguns países da América do Sul, América Central e Europa. O museu tem desenvolvido sistematicamente atividades de pesquisa e extensão; ações de ensino e divulgação da ciência para a comunidade; oficinas de formação para professores e estudantes; e anualmente é responsável por coordenar e realizar a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do Araguaia (SNCT-Araguaia) na região do Araguaia.

O MuHNA tem entre seus pontos fortes duas características principais. A primeira delas é proporcionar um ambiente de inclusão social e acessibilidade, todo o espaço e atrações são pensados e projetados para ampliar ao máximo a capacidade de receber pessoas com diferentes tipos de deficiências. O segundo aspecto é a utilização de recursos tecnológicos como ferramenta na ampliação da comunicação e melhoria do processo de divulgação científica e educação.

Este artigo discute a utilização prática, estratégias e resultados do emprego dessas novas tecnologias como ferramentas promotoras da divulgação da ciência e aprendizagem, em especial num contexto de mostra de acervo museológico. Serão detalhadas as ações de desenvolvimento de três dos novos sistemas digitais que passaram a compor o acervo do museu.

1. DESENVOLVIMENTO

Os museus e centros de ciências são espaços importantes para promoção da divulgação científica, apropriação do conhecimento e promoção da aprendizagem (Bizerra; Marandino, 2009). Nesse sentido, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são importantes ferramentas para a difusão do conhecimento e patrimônio cultural, pois proporcionam formas de comunicação diversificadas.

Por meio da exposição, os museus comunicam o conhecimento existente sobre os acervos em uma lógica conceitual, associando os objetos museológicos a elementos e conceitos contextualizados. A partir dela, o público apropria-se e recria o discurso proposto pela instituição. A museologia moderna recomenda que os museus adotem a Postura Interacionista na "comunicação museal", que proporciona interação entre a mensagem e o visitante, que a comunicação seja de diálogo e não um monólogo (Cury, 2005).

Com as mudanças digitais mais recentes na sociedade, uma tendência é inserir TICs para a comunicação entre o museu e seu público, passando a adotar métodos de interatividade como elemento facilitador da comunicação entre a exposição e o visitante, proporcionando ambientes participativos, imersivos e experiências únicas de entretenimento e aprendizagem.

As TICs revolucionaram as formas tradicionais de mediação nos museus, passando da transmissão passiva de informações pelo mediador cultural para a mediação por interação com dispositivos tecnológicos, que colocam o usuário como agente ativo nesse processo (Rocha, 2014). A mediação interativa é uma forma de comunicação que permite ao público modificar o fluxo da informação (Carreras, RIUS, 2011), favorecendo o desenvolvimento da inteligência, da autonomia e da criticidade.

De acordo com Carolei e Tori (2014), o ser humano é dotado de uma característica inata, que é o prazer e a motivação pela experimentação, vivência, imaginação e pelo desejo de se transportar para outros tempos e espaços. A partir desse princípio, a utilização de novas tecnologias da computação, como a Realidade Aumentada (RA), a Realidade Virtual (RV) e a Inteligência Artificial (IA), promoverá maior imersão dos visitantes nos temas abordados pelo museu e novos tipos de interação com elementos físicos do ambiente. Essas tecnologias permitem novas experiências interativas, por meio de dispositivos tecnológicos, a integração de ambientes reais com elementos virtuais interativos em tempo real (RA e IA), ou mesmo a imersão total do indivíduo no ambiente digital (RV).

Nesse sentido, o MuHNA vem desenvolvendo atrações que empregam tecnologias da computação desde sua fundação, como exemplos, o painel interativo "Canto das Aves" (Figura 1(a)), tablets com jogos educativos e os totens com sistema de simulação gráfica de animais modelados em 3D (Figura 1(b)).

Figura 1 - Crianças interagindo com atrações de tecnologia do MuHNA

(a) Painel interativo "Canto das Aves".

(b) Totens com sistema de simulação de animais modelados em 3D.

Fonte: Acervo dos autores.

A equipe do MuHNA constantemente busca aprimorar e criar atrações, que utilizem recursos disponíveis pelas tecnologias da computação, mas que sobretudo proporcionem um ambiente imersivo, criativo e lúdico ao visitante. Nesse sentido, no ano de 2024, com o apoio do CNPq, entre outras novas atrações, destacamos a elaboração de três novas atrações museológicas, que empregaram as tecnologias de RA, RV e IA. Essas atrações consistem de *i*) sistema digital de visualização de animais em conjunto com o visitante, que utiliza a RA; *ii*) sistema digital de viagem virtual pelo Cerrado, que emprega tecnologia de RV; e *iii*) sistema de conversação com o mascote virtual do MuHNA, que utiliza a IA. A proposta de cada um desses sistemas será descrita com detalhes na sequência.

1.1 Desenvolvimento do sistema de visualização de animais em conjunto com o visitante utilizando RA

O sistema que emprega a RA tem como objetivo proporcionar um ambiente imersivo, no qual o visitante pode imaginar sua interação com animais silvestres, típicos da fauna brasileira, especialmente do Cerrado. A proposta consiste em um sistema computacional que utiliza uma câmera para capturar imagens do ambiente, incluindo o visitante, e então projeta nessas imagens diferentes animais, proporcionando a ilusão (ocorre apenas no contexto digital) de que o visitante está junto aos animais, podendo "tocar" e interagir com eles.

Na prática, a atração consiste em um sistema de processamento gráfico com a modelagem dos animais em 3D, em conjunto com uma câmera digital e uma TV. A filmagem do ambiente pela câmera é processada pelo sistema de RA, que inclui a projeção dos animais, e então projeta na TV. A projeção dos animais deve proporcionar, da melhor forma possível, a ilusão de que eles estão presentes no ambiente, por meio dos seus movimentos, respeitando as delimitações físicas do espaço e interação com as pessoas. Assim, o visitante pode "brincar" com os animais virtuais, mesmo sendo animais selvagens, como a onça-pintada, anta, entre outros.

No aspecto técnico, esse sistema passou pelas etapas de planejamento e projeto de sistema, seleção de tecnologias e bibliotecas de desenvolvimento, modelagem 3D do ambiente integrado e animais, imple-

mentação computacional do sistema, testes e validação de usabilidade, aprimoramentos e disponibilidade da atração no museu.

1.2 Desenvolvimento do sistema de viagem virtual pelo Cerrado utilizando RV

O sistema de RV tem como proposta a imersão total do visitante por meio de óculos de realidade virtual, e então proporcionar um "passeio" em um ambiente virtual. Nessa primeira versão do sistema, foi proposto um passeio pelo Cerrado (totalmente modelado digitalmente em 3D), de modo que, ao longo do passeio, são apresentados diversos elementos típicos desse bioma, explorando aspectos da estrutura geográfica, da flora e da fauna, além de uma narrativa (auditiva) que descreve e esclarece sobre os elementos que estão sendo apresentados e destaca a beleza e curiosidades de tal bioma, bem como a importância de preservá-lo.

A estrutura física do sistema consiste em uma CPU com placa gráfica de alta capacidade de processamento, óculos de RV e TV que projeta o ambiente que o visitante está visualizando nos óculos.

O desenvolvimento técnico desse sistema passou pelo processo de projeto de criação de software; definição dos requisitos; seleção das tecnologias para incorporar com os óculos de RV; definição do roteiro do "passeio virtual" e sua narrativa; modelagem do ambiente virtual em 3D; implementação computacional; testes, validação e correções; e então disponibilização do sistema no museu.

1.3 Desenvolvimento do sistema de conversação com o mascote virtual do MuHNA utilizando IA

A última atração a ser apresentada consiste no desenvolvimento de um sistema que utiliza uma TV para projetar o mascote do MuHNA (um tamanduá-bandeira, chamado Tamandu) e um microfone para que o usuário possa fazer suas perguntas. O sistema processa a pergunta por meio de um modelo de IA, empregando uma técnica de Processamento de Linguagem Natural (PLN), produz uma resposta e a apresenta ao usuário. Esse processo ocorre de tal forma que parece uma conversa (real) entre o visitante e o mascote.

Os desafios inerentes a esse projeto são vários, vale destacar: a correta captação da fala do interlocutor em um ambiente com ruído; a corretude das respostas produzidas pelo modelo PLN; o treinamento do modelo de IA de modo a assumir a personalidade do mascote do MuHNA e ter conhecimentos específicos sobre o museu; realizar a captação da pergunta, processá-la, realizar a consulta no modelo PLN e apresentar a resposta em tempo viável; apresentar respostas criativas, preferencialmente bem humoradas e de maneira respeitosa; e finalmente, proporcionar um contexto de conversação que se pareça o melhor possível com a dinâmica de uma conversa real, principalmente evitando comportamento repetitivo, ou com característica "robotizada".

No contexto técnico, foi definida a arquitetura do sistema; foram estabelecidos os requisitos de software e hardware; além da avaliação e escolha entre diferentes modelos de PLN. Além disso, foi desenvolvido o *frontend*, que consiste no ambiente gráfico que exibe o mascote modelado em 3D e capta e reproduz som; no *backend*, foi desenvolvida uma API que processa as perguntas, encaminhadas ao modelo PLN, e então, a partir da resposta fornecida pelo modelo, encaminha para o *frontend*, que irá gerar e reproduzir o áudio, além de realizar a animação do personagem.

Um dos principais desafios técnicos nesse projeto é a calibração e treinamento do modelo PLN, para que proporcione um ambiente (conversa) voltado para o contexto do museu e uma conversa com características naturais, mais próxima possível de um contexto real.

Na próxima seção, serão apresentadas com mais detalhes as ações realizadas no desenvolvimento de cada projeto.

2. METODOLOGIA

A seguir, será detalhada a metodologia de desenvolvimento das atrações que envolveram as tecnologias de RA, RV e IA.

2.1 Sistema com Realidade Aumentada

O desenvolvimento do sistema iniciou com o projeto de software, em que foram definidos os objetivos principais do sistema, como a inte-

ração em tempo real, precisão de rastreamento dos movimentos e realismo dos modelos 3D.

A arquitetura do sistema foi desenhada de modo a integrar os componentes da câmera, o sistema de processamento gráfico (RA) e a TV para projeção, garantindo um fluxo de dados contínuo desde a captura do vídeo até a renderização da cena híbrida (ambiente real + elementos virtuais).

Como tecnologia para modelagem e renderização das figuras digitais, foi escolhido o Unity 3D, em razão de ser uma tecnologia conhecida pela equipe de desenvolvedores do projeto e ser reconhecida como uma solução robusta para o desenvolvimento desse tipo de modelagem.

Todo o desenvolvimento do sistema lógico, desde o processamento da captura do vídeo, renderização, aplicação da *engine* de RA e projeção, foi realizado na plataforma *Unity Real-Time Development Platform*.

Em relação ao equipamento empregado, foi utilizada uma câmera com qualidade Full HD (modelo Logitech C920), uma TV de 40" e um computador com processador Intel i7, com 16Gb de RAM e placa gráfica Nvidia GeForce RTX 3050. Essa configuração garantiu um bom processamento do sistema, com captura de vídeo com qualidade e projeção virtual estável e fluida, com exibição em tempo real com boa sincronização entre o *feed* da câmera e a renderização 3D.

Para a modelagem 3D e animação, os animais virtuais selecionados (onça e anta – para esta versão) foram criados com detalhamento poligonal, texturizados com técnicas PBR (*Physically Based Rendering*), simulando pelagem e reflexos. O *rigging* (esqueleto da figura modelada em 3D) incluiu o esqueleto virtual do animal, para proporcionar animações como seus movimentos naturais, caminhar ou correr. *Shaders* foram aplicados para simular oclusão ambiental, como sombras projetadas no chão, ampliando a ilusão da presença física dos animais.

A implementação da RA usou princípios elementares (será evoluído nas versões futuras) no rastreamento e mapeamento do ambiente, usando SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*), permitindo que os animais virtuais sejam posicionados dinamicamente no espaço. A versão atual do sistema ainda não interpreta a interação do usuário.

Na fase de testes, foram identificadas algumas falhas de renderização e latência, que foram corrigidas com a otimização da modelagem e ajustes nos parâmetros de renderização.

O sistema está montado e em operação no MuHNA e tem despertado o interesse e a curiosidade dos visitantes, especialmente das crianças. A Figura 2 ilustra um usuário interagindo com o sistema.

Figura 2 - Interação do usuário no momento que uma anta é virtualmente projetada

Fonte: Acervo dos autores.

2.2 Sistema com Realidade Virtual

O sistema de RV oferece ao visitante uma imersão completa no bioma do Cerrado, combinando modelagem 3D, narrativa auditiva contextual e interação passiva guiada, utilizando óculos de RV.

O desenvolvimento técnico iniciou com o projeto de software, definiram-se os requisitos críticos, como a necessidade de renderização com taxa de pelo menos 60 FPS (quadros por segundo) para evitar o efeito *motion sickness* (travamentos), resolução mínima de 1920x1080 nos óculos de RV e a sincronização perfeita entre o áudio e os eventos visuais do ambiente.

Foi elaborado um roteiro que previa os principais conceitos, formações geológicas, plantas e animais que deveriam ocorrer no passeio virtual, bem como o texto da narrativa a ser executada ao longo da viagem. Nessa etapa, também foram estudados os principais conceitos e características referentes ao bioma escolhido (Cerrado).

A seleção das tecnologias fundamentou-se especialmente na adequação ao equipamento dos óculos de RV e à capacidade de produzir, em conjunto com a modelagem 3D, o desenvolvimento do enredo pre-

visto no roteiro. Nesse sistema, a modelagem do ambiente e toda a simulação (*engine*) foram implementadas usando a tecnologia *Unreal Engine 5*, buscando proporcionar uma réplica digital do Cerrado, priorizando acurácia ecológica.

Todos os animais modelados têm esqueleto digital (*riggs*) para proporcionar movimentos realistas. Para otimizar o desempenho, o ambiente emprega *Level of Detail* (LOD), reduzindo a complexidade geométrica de objetos distantes, e Nanite (recurso do *Unreal Engine 5*), que permite a renderização de grande volume de polígonos sem comprometer a taxa de quadros.

A simulação dividiu o ambiente virtualizado (Cerrado) em zonas interligadas por trilhas virtuais, usando o sistema Lumen para reflexos e sombras em tempo real. A texturização emprega *Physically Based Rendering* (PBR) para simular materiais como a casca rugosa das árvores e o solo seco, com mapas de *roughness* que respondem dinamicamente às condições de luz.

A implementação computacional integra três componentes principais: a *engine* gráfica (*Unreal Engine 5*), o sistema de áudio do ambiente e da locução, e o módulo de controle do hardware. A *engine* gerencia a renderização estereoscópica para os óculos de RV, aplicando técnicas como *foveated rendering* para concentrar detalhes no centro do campo de visão e reduzir a carga na GPU. A narrativa auditiva é desenvolvida com ferramentas de áudio espacial (FMOD), em que a voz do narrador é posicionada virtualmente no ambiente. O sistema de TV, que espelha a visão do usuário para espectadores externos, é configurado via aplicação dos óculos de RV.

A interatividade é limitada à movimentação passiva, podendo o visitante observar em qualquer direção, ao longo do passeio guiado, que segue um caminho predefinido, simulando um passeio aéreo, com trechos de movimentação mais rápida e outros com movimentação mais lenta, oportunizando a observação pelo usuário.

Os testes e validação foram conduzidos avaliando a qualidade técnica de funcionamento, a usabilidade e o aspecto educacional. Na fase técnica, são avaliados parâmetros como estabilidade de FPS, aquecimento do hardware e precisão de rastreamento dos óculos. A usabilidade é testada com visitantes de perfis variados (crianças, idosos) para

identificar problemas de acessibilidade, como dificuldade em ajustar os óculos ou desconforto visual. Já a validação educacional mede subjetivamente a retenção de informações por meio de entrevistas. Os ajustes pós-testes incluíram ajustes no roteiro, redução de movimentos bruscos na câmera virtual (para minimizar enjoos) e melhoria no contraste em áreas sombreadas.

Para a implantação no museu, o sistema foi configurado em uma CPU com processador Intel i7, com 16Gb de RAM, e GPU Nvidia GeForce RTX 3060, óculos de RV Meta Quest v2, cabo especial para estabelecimento do link entre óculos e CPU e TV de 40" posicionada em ângulo elevado para facilitar a visualização por grupos. A Figura 3 ilustra um visitante utilizando o sistema em funcionamento no MuHNA.

Figura 3 - Usuário imerso no sistema de RV, usando óculos de RV e realizando o passeio virtual

Fonte: Acervo dos autores.

Esse sistema assegura que a experiência de RV não apenas encante visualmente, mas também cumpra seu papel educativo, transformando dados ecológicos em vivências (mesmo que virtuais) memoráveis, sustentado por uma arquitetura técnica robusta e adaptada ao fluxo de visitantes do MuHNA.

2.3 Sistema com o mascote e uso de IA

Para a realização do sistema de conversa com o mascote virtual do MuHNA, inicialmente foram levantados os requisitos técnicos e funcionais, definindo parâmetros como tempo de resposta máximo tolerável (para evitar atrasos que quebrem a imersão), precisão na captura de áudio em ambientes ruidosos e a necessidade de sincronização entre a animação do mascote e as respostas geradas pela IA.

Outro aspecto relevante foram o estudo, avaliação e seleção entre diferentes modelos de PLN já treinados, tendo sido considerados como candidatos o GPT, Gemini, Llama e DeepSeek, considerando como critérios de avaliação a capacidade de treinamento de modelos personalizados, possibilidade de execução em contexto local (sem internet), eficiência computacional e qualidade (análise subjetiva) na geração de diálogos contextualizados com os objetivos do museu.

A arquitetura do sistema considerou três componentes principais: o *frontend*, responsável pela interface gráfica e interação com o usuário; o *backend*, que funciona como um servidor (API Rest) que recebe as perguntas (do *frontend*), aciona o PLN, e ao receber a resposta do modelo, encaminha para o *frontend* e o sistema de IA com PLN.

O desenvolvimento do *frontend* teve como foco a criação de uma interface imersiva, utilizando a plataforma Unity para modelar, renderizar e controlar os movimentos do mascote Tamandu em 3D. As animações consistem em movimentos corporais, braços, pernas e movimentos de boca, sincronizados com a fala, bem como expressões faciais reativas ao tom da conversa e gestos corporais que reforcem a personalidade lúdica do mascote.

Para a captura de áudio, foi utilizada a API do Sistema de Reconhecimento de Fala (*Automatic Speech Recognition*) do próprio sistema operacional Windows (utilizado em sua versão 10). Nesse contexto, o sistema de reconhecimento de fala interpreta o áudio captado e gera a frase em texto, que será encaminhada para o módulo de *backend*. Já a reprodução das respostas do Tamandu utilizou síntese de voz (*Text-to-Speech* - TTS) ajustada com entonação de criança com pequenas variações, para evitar monotonia artificial. A sincronização labial utilizou a API da pla-

taforma do Unity baseada em algoritmos como Lipsync, que mapeiam fonemas para movimentos faciais em tempo real.

No *backend*, o texto correspondente à pergunta é enviado ao modelo de PLN (foi adotado o Llama3, rodando localmente), previamente treinado com um corpus especializado no contexto do museu, incluindo informações sobre a história do museu, sua missão, exposições, curiosidades históricas e perguntas frequentes dos visitantes, além da base de conhecimento sobre ecologia, preservação ambiental, fauna e flora brasileira. Para evitar respostas genéricas ou descontextualizadas, o modelo delimita o contexto da conversa para temas de biologia, ecologia, ciências, preservação, fauna, flora, entre outros correlatos. Além disso, passa por um processo contínuo de monitoramento e ajustes, de modo a direcionar o Tamandu a focar em temas educacionais. A resposta gerada pela IA é então encaminhada pelo *backend* de volta ao *frontend*.

O treinamento e calibração do modelo de PLN representam o núcleo crítico desse sistema. Para alcançar conversas fluidas e naturais, foi usada a técnica de *transfer learning* (que adapta modelos pré-treinados a partir do contexto e dados do museu). A diversificação de respostas foi proporcionada por meio de ajustes nos parâmetros do modelo, buscando por maior "criatividade" (aleatoriedade) nas respostas geradas, sem que isso gere respostas falsas (com conceitos errados). A validação da "naturalidade" do sistema se deu de maneira empírica, a partir da observação com ensaios com visitantes. Ao longo dos testes, foram registradas as perguntas e respostas geradas, que posteriormente foram avaliadas pela equipe do MuHNA.

Um desafio adicional nesse sistema é a integração em tempo real dos seus módulos. A latência acumulada – animações, captura do áudio, até a exibição da resposta - deve ser minimizada para manter a ilusão de uma dinâmica de uma conversa real. Nesse contexto, o principal desafio está no tempo de resposta do PLN.

O sistema foi montado com uma TV de 40" orientada em modo "retrato", um microfone e uma CPU com processador Intel i7, com 16Gb de RAM e placa gráfica RTX 3050.

A Figura 4 ilustra um visitante interagindo com o mascote virtual Tamandu.

Figura 4 - Conversa entre o usuário e o mascote virtual do MuHNA

Fonte: Acervo dos autores.

Esse sistema busca proporcionar uma experiência que não apenas promova educação, mas também encante o visitante, transformando o mascote Tamandu em um interlocutor virtual tão cativante quanto os próprios itens do acervo expostos no MuHNA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cabe destacar que as TICs estão cada dia mais presentes na vida das pessoas, estando inseridas em várias áreas, como educação, esporte, saúde, lazer e cultura. Nos museus, o uso de TICs na comunicação museal facilita a compreensão dos visitantes e fornece informações extras, que nem sempre estão disponíveis na exposição.

Os museus caracterizam-se por contribuírem para a formação científica do cidadão por meio da produção e divulgação da informação e do conhecimento científico (Marandino, 2002; Jacobucci, 2008). No intuito de promover o cumprimento da missão do MuHNA e de sua função social, que é popularizar e divulgar o conhecimento científico em História Natural de modo interativo e inclusivo, este trabalho inova na comunicação da exposição com seu público pela inserção de TICs como agentes mediadores, utilizando sistemas visuais com modelagem 3D e tecnologias da computação de vanguarda, como a RA, RV e IA.

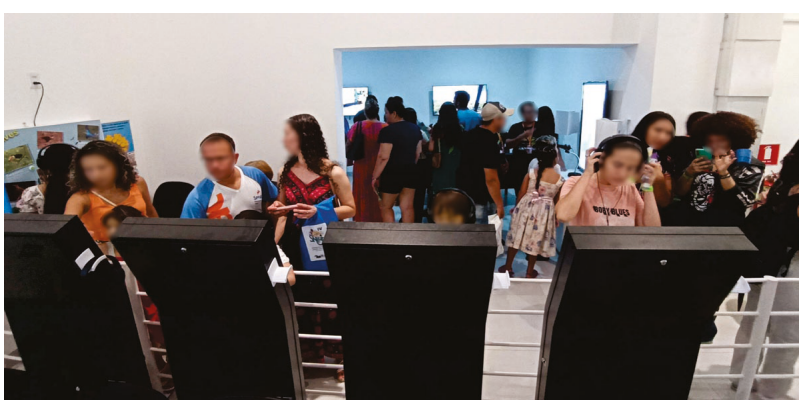
Os museus devem ser agentes na transformação digital, incorporando as novas tecnologias não só para transmitir conteúdos, mas para dinamizar seu desempenho institucional e proporcionar experiências que façam sentido para os visitantes. Ao se conectarem às tecnologias digitais, viabilizam ambientes colaborativos e abertos à intervenção humana, favorecendo o acesso ao conhecimento e a interpretação de seu patrimônio de forma criativa e autônoma.

As novas mídias são programadas para conduzir o visitante à exploração e construção de novos conhecimentos, potencializando a dinâmica do processo de ensino-aprendizagem e de divulgação científica dentro e fora dos espaços do museu, a partir da interação e decodificação da informação transmitida.

A favor da educação científica, as TICs incorporadas podem se tornar agentes provocadores e facilitadores da aprendizagem pela experimentação, vivência e imaginação. Os museus destacam-se, em especial o MuHNA, também por suas exposições visuais associadas às experiências multimodais e multissensoriais para comunicação com seu público.

O MuHNA implementou três novos sistemas, que utilizam tecnologias digitais e que demonstram que um museu pode (e deve) ser um ambiente educativo, dinâmico, lúdico e criativo. O bom índice de interesse evidenciado pelos visitantes demonstra o sucesso dos sistemas elaborados (Figura 5).

Figura 5 - Visitantes na área do Espaço Digital em dia de evento no MuHNA



Fonte: Acervo dos autores.

O resultado direto desse projeto são os novos sistemas que proporcionam a imersão do visitante, seja visualizando-se junto a animais típicos do Cerrado brasileiro (sistema com RA), conversando sobre curiosidades e temas educativos com o mascote do MuHNA (sistema com IA), ou fazendo uma viagem pelo Cerrado com suas belezas naturais (sistema com RV). Mas, além disso, a implementação das TICs realizada neste trabalho aprimora, inova e potencializa ainda mais a popularização da ciência.

Futuramente, pretende-se desenvolver novas "viagens" para os óculos de RV, especialmente que explorem os demais biomas de Mato Grosso (Pantanal e Floresta Amazônica). O sistema de RA também deve receber atualizações que permitam identificar a interação do usuário, incluir sons, implementar movimentos aleatórios nos animais e permitir a realização de fotos para que sejam compartilhadas nas redes sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As TICs são promotoras de novas experiências, que impulsionam a imaginação para a aquisição do conhecimento. O uso de tecnologias é uma das características marcantes do MuHNA, reforçando sua relevância no estado de Mato Grosso como um importante espaço de ensino não formal, contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino da educação básica e a popularização da ciência.

A realização deste projeto altera positivamente a experiência do visitante do MuHNA, especialmente por representar novos recursos tecnológicos e experiências interativas que ampliam e reforçam os processos educativos disponíveis no acervo. Esse tipo de experiência valoriza o visitante e desperta nele maior interesse pelo conhecimento e pela ciência. Além disso, os sistemas e recursos elaborados podem se tornar referência no contexto dos museus de história natural no Brasil.

Este trabalho enfatiza a interdisciplinaridade entre técnicas de computação gráfica, engenharia de software, inteligência artificial e ciências, buscando equilibrar inovação tecnológica com usabilidade prática, tudo adaptado ao contexto educativo e lúdico que o MuHNA prioriza.

REFERÊNCIAS

BIZERRA, Alessandra Fernandes. **Atividade de aprendizagem em museus de ciências**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. DOI: 10.11606/T.48.2009.tde-15092009-132843. Acesso em: 16 maio 2025.

CAROLEI, Paula; TORI, Romero. Gamificação Aumentada: Explorando a realidade aumentada em atividades lúdicas de aprendizagem. **Revista Teccogs: Tecnologia Cognição e Subjetividade**, São Paulo, n. 9, p. 8-16, 2014. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/52683. Acesso em: 16 maio 2025.

CARRERAS, Cesar; RIUS, Josep. Evaluation of ICT Applications in the New Lleida Museum, Spain. **Visitor Studies**, v. 14, n. 2, p. 219-232, 2011. DOI: 10.1080/10645578.2011.608025.

CURY, Marília X. Novas perspectivas para a comunicação museológica e os desafios da pesquisa de recepção em museus. **Anais** [...]. Porto: Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2009.

JACOBUCCI, Daniela F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 1, 2008. DOI: 10.14393/REE-v7n12008-20390.

MARANDINO, Martha. A biologia nos museus de ciências: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência e Educação**, v. 8, n. 2, p. 187-202, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1516-73132002000200004.

PASCOTTO, Márcia Cristina. Museu de História Natural do Araguaia: um espaço para salvaguarda da fauna do Cerrado e conscientização ambiental. **Museologia e Patrimônio**, MAST, v. 16, n. 1, 2023.

ROCHA, Bárbara F. R. Conhecendo os museus virtuais e cibermuseus: aplicativo 'Fala Sério'. **Museologia & Interdisciplinaridade**, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 241-250, 2017. DOI: 10.26512/museologia.v6i11.17702.

Revista
Educação C&T

A IA e o mundo do trabalho/setores estratégicos

O DIREITO ESPACIAL E A GUERRA ALGORÍTMICA: LIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL MILITAR NA GUERRA RÚSSIA X UCRÂNIA

Alexandre da Silva Nazareth
Delegado da Polícia Judiciária Civil (PJC/MT)
alexandre.delta@icloud.com - http://lattes.cnpq.br/8723601001351896
Vera Lúcia Magalhães Silva
Secretaria de Estado de Educação (Seduc/MT)
ongeusou@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/6571706630040557

Resumo: A guerra Rússia x Ucrânia inaugurou o uso operacional de satélites dotados de IA em ações militares autônomas, evidenciando a falência normativa do Direito Espacial vigente. O artigo denuncia a instrumentalização tecnológica da soberania estatal como escudo para violações de direitos humanos e propõe um novo paradigma de governança orbital com responsabilização por decisões algorítmicas letais.
Palavras-chave: Direito espacial. Guerra algorítmica. Inteligência Artificial. Responsabilidade internacional. Soberania.

Abstract: *The Russia–Ukraine war marked the operational use of AI-equipped satellites in autonomous military actions, exposing the legal obsolescence of current Space Law. This article denounces the use of state sovereignty as a shield for human rights violations through technology and advocates for a new framework of orbital governance with accountability for lethal algorithmic decisions.*
Keywords: *Space Law. Algorithmic Warfare. Artificial Intelligence. International Responsibility. Sovereignty.*

INTRODUÇÃO

A guerra entre a Rússia e a Ucrânia, deflagrada em 2022, revelou-se um campo de experimentação sem precedentes para o emprego combinado de tecnologias bélicas autônomas, satélites militares e sistemas de inteligência artificial (IA). De maneira inédita na história contemporânea, plataformas espaciais orbitais passaram a desempenhar funções táticas em tempo real, integradas a drones autônomos, sistemas de vigilância automatizados e mísseis inteligentes. Tal cenário instaura o que se pode denominar de *guerra algorítmica multiespectral*[1], na qual decisões letais

[1] A *guerra algorítmica multiespectral* implica o entrevero entre nações levado a efeito com o emprego de diferentes instrumentos tecnológicos guiados por códigos computacionais.

são potencialmente tomadas ou orientadas por máquinas autossuficientes e dotadas de processamento de dados geoestratégicos.

A Ucrânia, apoiada por infraestrutura privada e estatal ocidental, tem utilizado constelações de satélites (como os da *Maxar Technologies* e da *Starlink*), com capacidade de coleta e análise de imagens por IA, permitindo identificar instalações, armas e movimentações de tropas russas, bem como, orientando os ataques de drones com alto grau de precisão.

Por sua vez, a Rússia tem empregado mísseis hipersônicos (como o *Kinzhal*) e drones camicases (como o *Lancet*), operando em coordenação com sistemas espaciais e sensores inteligentes para evasão e destruição de alvos. Ambos os lados exploram o uso de inteligência artificial não apenas na coleta e interpretação de dados, mas na automação progressiva do ciclo de decisão militar, inclusive para fins destrutivos.

Esse novo paradigma bélico expõe as limitações estruturais do Direito Espacial Internacional, cujo corpo normativo – fundado no Tratado do Espaço Exterior de 1967 e nas convenções subsequentes – foi concebido no contexto de uma exploração pacífica, estatal e analógica do espaço, embora em meio a uma guerra ideológica. Normas clássicas como o artigo IV do referido tratado, que veda a colocação de armas de destruição em massa no espaço, não contemplam a complexidade da guerra algorítmica orbital, tampouco estabelecem critérios para a responsabilização por danos causados por decisões autônomas tomadas por satélites, mísseis ou drones interconectados.

Diante desse cenário, este artigo propõe uma reflexão crítica acerca da urgente atualização do regime jurídico espacial, a partir das lições extraídas da guerra Rússia x Ucrânia, com o objetivo de verificar:

a) Como os satélites militares com IA têm sido empregados na prática bélica contemporânea.

b) Quais os impactos desse uso para a soberania informacional dos Estados e a função pacífica do espaço;

c) De que forma o Direito Espacial pode (ou não) oferecer respostas normativas eficazes diante da ascensão da inteligência artificial como agente estratégico e, por vezes, autônomo.

Trata-se, portanto, de uma investigação jurídico-tecnológica que conjuga as dimensões do direito internacional público, do direito da guerra e

do direito espacial, em diálogo com a teoria da responsabilidade internacional, a ética algorítmica e os limites da regulação *soft law*[2] vigente.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 A Guerra Rússia X Ucrânia: laboratório bélico tecnológico

A guerra em curso entre a Rússia e a Ucrânia consolidou-se como o mais sofisticado campo de testes já registrado para armamentos autônomos e sistemas de guerra habilitados por inteligência artificial (IA). Longe de representar um embate convencional, o conflito tem revelado uma profunda transformação da lógica militar contemporânea, que agora se estrutura em torno de infraestruturas cibernéticas, constelações satelitais e dispositivos armados capazes de operar com graus variados de autonomia decisória. Trata-se de um cenário de guerra conectada (*network-centric warfare*[3]), no qual a IA não apenas auxilia, mas assume funções críticas de análise, previsão e comando.

A Ucrânia, mesmo diante de severas limitações logísticas, tem implementado estratégias militares baseadas em IA com apoio de consórcios tecnológicos ocidentais. Constelações civis de satélites (como os da *Maxar Technologies* e a *Capella Space*), aliadas ao suporte de rede da *Starlink*, fornecem imagens em tempo real, posteriormente analisadas por algoritmos que identificam padrões de movimentação, agrupamentos táticos e infraestrutura militar russa. Esses dados são imediatamente utilizados para o direcionamento de drones armados, como o *Bayraktar TB2*, ou de sistemas terrestres de artilharia. O uso de IA permite uma aceleração inédita no *ciclo OODA* (*Observar*, *Orientar*, *Decidir*, *Agir*[4]), elevando a letalidade e a eficiência da contraofensiva ucraniana.

A Rússia, por sua vez, tem explorado o uso de drones autônomos de ataque, como o *Lancet*[5], bem como o lançamento de mísseis hipersôni-

---

[2] Idem aos itens VI, VII e VIII desta nota de fim.

[3] Trata-se de expressão em inglês que significa "*Guerra Centrada em Rede*" e que consiste na teoria de combate estabelecida pelo Departamento de Defesa dos EUA, na década de 1990, cujos princípios básicos e de governança - antes aplicados nos campos de batalha terrestre, marítimo, aéreo e espacial – passam a compreender também o ambiente do ciberespaço.

[4] Cuida-se de uma estratégia de guerra definida por John Boyd, coronel da Força Aérea dos Estados Unidos, em meados da década de 1970.

[5] Vide os itens VI e VII desta nota de fim.

cos *Kinzhal*[6], cujo desempenho é incrementado por sensores integrados a dados orbitais e possivelmente por algoritmos de reorientação de trajetória. Além disso, há registros de testes com enxames de drones dotados de IA, capazes de operar em redes descentralizadas e superar defesas ucranianas por saturação tática e evasão automatizada[7].

Em ambos os lados, é evidente que a guerra algorítmica inaugurou uma nova fronteira: a integração funcional entre plataformas terrestres, aéreas e orbitais sob coordenação autônoma parcial ou total do ciberespaço.

Nesse contexto, a guerra Rússia x Ucrânia atua como um *living lab*[8] bélico-tecnológico, demonstrando que a era da guerra mediada por satélites e inteligência artificial já é uma realidade operacional – e não uma conjectura futurista. Este novo paradigma desafia os marcos jurídicos tradicionais do Direito Espacial, do Direito Internacional Humanitário e da teoria da responsabilidade internacional, exigindo respostas que ultrapassem o modelo de regulação centrado apenas em Estados, soberania territorial e controle humano absoluto.

1.2 Satélites com IA e a Soberania Informacional

A proliferação de satélites com capacidade de análise por inteligência artificial representa um desafio inédito à noção clássica de soberania estatal. No conflito Rússia x Ucrânia, tais satélites desempenham papel central no ciclo bélico, ao operar como plataformas de vigilância e análise autônoma, com capacidade de captar, processar e interpretar dados sobre o território inimigo em tempo real, sem necessidade de supervisão humana direta. Ao combinarem sensores de alta resolução, georreferenciamento avançado e algoritmos de *machine learning*[9], esses sistemas extrapolam a função passiva de observação e passam a atuar como agentes estratégicos decisórios, capazes de influenciar diretamente o curso das operações militares.

---

6 Vide os itens VI e VII desta nota de fim.

7 Refere-se ao conjunto de normas de recomendação exarada pela ONU, ou mesmo diretrizes expedidas por agências e indústrias espaciais, que não possuem força vinculante.

8 Trata-se de expressão em inglês que significa "*laboratório vivo*", isto é, refere-se ao campo de batalha russo e ucraniano, onde satélites militares, drones e mísseis com IAs embarcadas são testados pela primeira vez.

9 Fala-se de expressão em inglês que significa "*aprendizado de máquina*", vale dizer, o algoritmo de criação de um *software* de inteligência artificial é programado para reter todos os dados que o ser humano nele fazer inserir, manipulá-los todos em seguida, e retorná-los ao usuário cada vez mais completos, detalhados e convincentes.

Do ponto de vista jurídico, esse fenômeno coloca em xeque os limites normativos do art. I do Tratado do Espaço Exterior (1967[10]), que consagra a liberdade de exploração e uso do espaço por todos os Estados, mas não autoriza interferência indireta nos assuntos internos de outros países. A fronteira entre uso pacífico e uso beligerante da informação satelital se torna difusa quando, embarcada em satélites e com base em padrões estatísticos, a IA realiza tarefas como a análise de movimentações de tropas, a identificação de paióis de armamentos, a previsão de rotas logísticas, e a priorização de alvos militares.

A IA, nesse contexto, automatiza a espionagem orbital, criando uma forma de vigilância algorítmica transnacional. A soberania informacional – entendida como o direito de um Estado controlar o acesso e uso de dados produzidos em seu território – é abalada pela ausência de consentimento para a coleta e análise desses dados por sistemas estrangeiros autônomos. Tal realidade escapa completamente ao controle previsto nos tratados internacionais, revelando um déficit normativo estrutural na arquitetura do Direito Espacial.

A gravidade do tema se intensifica diante da constatação de que grande parte dessas constelações são operadas por entes privados (a exemplo da *Maxar Technologies*, *Capella Space*, *Planet Labs*), muitas vezes sem regulação estatal efetiva, mas com finalidade nitidamente militar ou paramilitar. O Estado lançador, ao manter "*jurisdição e controle*" sobre seus objetos espaciais (art. VIII do Tratado do Espaço[11]), deveria exercer responsabilidade por esses atos. Entretanto, a ausência de mecanismos vinculantes que obriguem a supervisão algorítmica e a limitação das funções estratégicas dos satélites faz com que a soberania territorial se torne irrelevante perante a soberania orbital de fato.

---

[10] Artigo I. A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, só deverão ter em mira o bem e ***interesse de todos os países***, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a humanidade. O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, ***poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados sem qualquer discriminação em condições de igualdade*** e em conformidade com o direito internacional, devendo haver liberdade de acesso a todas as regiões dos corpos celestes. O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, ***estará aberto às pesquisas científicas***, devendo os Estados facilitar e encorajar a cooperação internacional naquelas pesquisas.

[11] Artigo VIII. ***O Estado*** parte do Tratado em ***cujo registro figure o objeto lançado*** ao espaço cósmico ***conservará sob sua jurisdição e controle o referido objeto*** e todo o pessoal do mesmo objeto, enquanto se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste. Os direitos de propriedade sobre os objetos lançados no espaço cósmico, inclusive os objetos levados ou construídos num corpo celeste, assim como seus elementos constitutivos, permanecerão inalteráveis enquanto estes objetos ou elementos se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste e durante seu retorno à Terra. Tais objetos ou elementos constitutivos de objetos encontrados além dos limites do Estado parte do Tratado em cujo registro estão inscritos deverão ser restituídos a este Estado, devendo este fornecer, sob solicitação os dados de identificação antes da restituição.

Portanto, a presença de satélites dotados de IA que atuam como ferramentas autônomas de inteligência militar exige do Direito Espacial um reposicionamento urgente, com vistas a regular a autonomia decisória desses sistemas, estabelecer limites éticos e jurídicos para a vigilância automatizada, e criar mecanismos internacionais de auditoria algorítmica em órbita.

1.3 Arquitetura de guerra interconectada por satélites

A guerra contemporânea não se estrutura mais em divisões estanques entre os domínios *terrestre, marítimo*, *aéreo* e *espacial*. A partir da difusão dos sistemas de drones armados autônomos, integrados a constelações satelitais de vigilância, comando e comunicação, consolida-se uma verdadeira arquitetura bélica orbito-terrestre, que já se denomina de *ciberespaço*. Essa estrutura opera com altíssimo grau de coordenação algorítmica e escalabilidade operacional, inaugurando um novo paradigma militar: a guerra centrada em rede (*network-centric warfare*[12]), mediada por inteligência artificial embarcada e suportada por plataformas orbitais de alta performance.

No contexto da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, essa integração tem se materializado com clareza.

De um lado, repise-se, a Ucrânia tem utilizado drones, aeronaves remotamente pilotadas e com capacidade de autonomia algorítmica, que operam com base em dados, fornecidos por satélites civis e militares, processados em tempo real por algoritmos de reconhecimento de imagem, rastreamento e priorização de alvos. Assim, pois, tão logo reconhecido o teatro de operações, tais drones são orientados para missões específicas – inclusive ataques letais – com base em análise preditiva e coordenação por satélite.

A Rússia, na mesma medida, também emprega sistemas de drones com algoritmos embarcados, testando operações em enxames (*swarm warfare*[13]) que desafiam métodos tradicionais de defesa aérea. Essas ope-

[12] Vide item X desta nota de fim.

[13] Cuida-se de expressão em inglês que significa "*guerra de enxame*", é dizer, nova tática de guerra russa que visa lançar um pequeno número de drones armados e com IAs embarcadas, portanto altamente destrutivos, concomitantemente a vários enxames de chamarizes (drones desarmados), com a finalidade de fazer o inimigo despender de seus escassos recursos, especialmente de munições de defesa área de elevado custo, na busca de abater falsas ameaças em meio a uma e outra que se concretiza.

rações contam com suporte orbital, especialmente por meio do sistema russo de navegação global por satélite (*Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema - GLONASS*[14]), e com capacidades de guerra eletrônica espacial. O que se verifica, portanto, é a constituição de sistemas de armas integrados, nos quais a IA atua como elo lógico entre o reconhecimento espacial e a execução tática terrestre, reduzindo ou eliminando a dependência da supervisão humana direta.

Do ponto de vista jurídico, esse arranjo bélico híbrido não encontra previsão normativa explícita no Direito Espacial vigente. Nenhum dos tratados em vigor – tampouco os princípios de *soft law*[15] da Organização das Nações Unidas (ONU) - contempla a imputação de responsabilidade por decisões letais tomadas por sistemas integrados e autônomos de satélites e drones armados, nem mesmo prevê a necessidade de supervisão humana contínua (*human-in- the-loop*[16]) para uso de artefatos beligerantes coordenadas por IA nas órbitas terrestres.

A ausência de mecanismos regulatórios que delimitem os efeitos jurídicos da coordenação entre plataformas orbitais e sistemas de ataque terrestre cria um vácuo normativo perigoso, no qual a letalidade algorítmica sugere que a conduta humana, dirigida a um fim penalmente relevante - qual seja, a matança em massa de militares e civis, além da destruição de toda a infraestrutura do inimigo - dever-se-ia escapar da responsabilização estatal clássica. Essa lacuna torna o espaço exterior, paradoxalmente, o principal vetor de coordenação de ataques que, segundo os beligerantes, não estariam sujeitos à regulação específica nem mesmo a sanções internacionais claras.

Quando uma máquina equipada com inteligência artificial dispara contra um alvo, causando mortes colaterais ou destruindo infraestrutura civil, não é admissível que a responsabilidade se dissolva em um vazio técnico. A tentativa de transferir a culpa à "*autonomia*" do sistema ignora o óbvio: não existem decisões autônomas sem programação humana pré-

[14] Trata-se de expressão em russo que significa "*Sistema de Navegação Global por Satélite*" que, como alternativa ao sistema norte-americano NAVSTAR GPS, dispõe de uma constelação de satélites distribuídos na Órbita Média Terrestre, com o fim de mapear o território inimigo, suas unidades militares, seus paióis de armamento e a movimentação de suas tropas, atacando-os em seguida por meio de drones com tecnologia, armas e IAs embarcadas.

[15] Refere-se ao conjunto de normas de recomendação exarada pela ONU, ou mesmo diretrizes expedidas por agências e indústrias espaciais, que não possuem força vinculante.

[16] Fala-se de expressão em inglês que significa "*humano no circuito*", ou seja, um ramo de IA que exige a supervisão do homem na execução e eficiência dos modelos de aprendizado de máquina.

via. Toda ação letal executada por uma IA é fruto direto da intencionalidade humana – seja ela do desenvolvedor que parametrizou o algoritmo, do militar que carregou os dados no sistema, ou do comandante que autorizou sua atuação no teatro de operações. A omissão em identificar e responsabilizar os verdadeiros autores materiais desses atos constitui uma negação frontal dos pilares do direito internacional, especialmente no que tange à proibição de escudos de impunidade.

Esse obscurantismo deliberado – travestido de neutralidade tecnológica – apenas serve para fragilizar os mecanismos de responsabilização previstos no *jus in bello*[17]. Ao criar uma "*zona cinzenta*" entre a decisão humana e a execução algorítmica, Estados e atores armados procuram blindar-se de acusações formais de crimes de guerra, usando a IA como biombo de impunidade. É imperativo romper com essa ficção perversa: a máquina não julga, não pondera, não decide; apenas executa ordens invisíveis escritas em código. Portanto, a responsabilização deve ser direta, nominal e vertical: deve recair sobre quem programou, sobre quem autorizou, e sobre quem ocultou a operação sob o manto da suposta autonomia tecnológica. A guerra não pode ser terceirizada à máquina para que, consectário lógico, a culpa em sentido amplo também o seja.

Assim, a malha bélica orbito-terrestre baseada em IA desafia diretamente o art. IV do *Tratado do Espaço Exterior*[18], segundo o qual, todos os Estados-Partes que explorarem o espaço sideral utilizá-lo-ão, exclusivamente, para fins pacíficos. Ora, não nos parece que o emprego de satélites para mapear território alienígena, alimentar drones armados e mísseis embarcados por IA tenha algum fim pacífico.

Aliás, além do nítido exercício beligerante, tal conduta viola, ainda que reflexamente, a soberania do Estado sobrevoado, pois não se trata de mero direito de passagem inocente – cunhado pelo costume internacional desde o lançamento do satélite Sputnik 1 pela então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas em 1957 –, tal atividade rastreia quar-

[17] Cuida-se de expressão em latim que significa "*direito na guerra*".

[18] Artigo IV. Os Estados Partes do Tratado se comprometem a não colocar em órbita qualquer objeto portador de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de armas de destruição em massa, a não instalar tais armas sobre os corpos celestes e a não colocar tais armas, de nenhuma maneira, no espaço cósmico. ***Todos os Estados Partes*** do Tratado ***utilizarão a Lua e os demais corpos celestes exclusivamente para fins pacíficos e estarão proibidos nos corpos celestes o estabelecimento de bases, instalações ou fortificações militares os ensaios de armas de qualquer tipo e a execução de manobras militares***. Não se proíbe a utilização de pessoal militar para fins de pesquisas científicas ou para qualquer outro fim pacífico. Não se proíbe, do mesmo modo, a utilização de qualquer equipamento ou instalação necessária à exploração pacífica da Lua e demais corpos celestes.

téis-generais, identifica depósitos de artefatos bélicos, e localiza tropas em movimentos. Vale dizer, expõe informações de segurança nacional do oponente, o que nos leva a crer que se trata de diligência espúria, que deva ser tipificada como crime de guerra em norma de caráter vinculante, bem como ser vista com inquietude pela comunidade internacional devido à capacidade de destruição que pode causar ao adversário – e, quiçá, a toda a humanidade – especialmente se direcionada à cúpula dos poderes públicos ou à concentração massiva de civis.

Ao fim e ao cabo, o art. VIII do *Tratado do Espaço Exterior*[19] pressupõe que os Estados-Partes, a cujo registro figurem os objetos espaciais lançados, conservá-los-ão sob a sua jurisdição e controle. Desse modo, não resta dúvida de que a autonomia que a IA permite aos empreendimentos orbitais não servirá de escudo protetor para que os Estados-Partes violem direitos humanos, mormente porque o próprio Código Internacional do Espaço preordena o dolo da conduta resultante dos ataques criminosos ao momento do registro da espaçonave, de modo que o nexo causal que o cerca não se limita ao momento da ação ou omissão, mas retroage à época da averbação do veículo orbital. Ora, não pode a IA cometer erros de identificação, sem qualquer responsabilização humana imediata.

1.4 Mísseis inteligentes e algoritmos balísticos

O emprego de mísseis inteligentes guiados por inteligência artificial, com integração direta a sistemas de satélites, representa um dos desenvolvimentos mais preocupantes da guerra moderna.

De um lado, é só lembrar que os mísseis russos hipersônicos, como o *Kinzhal*, possuem a capacidade de atingir a velocidade de Mach 12 (cerca de 14.700 km/h), realizar manobras evasivas em alta altitude e ajustar a trajetória em tempo real, a partir de dados recebidos de satélites militares e sensores terrestres. A potencial incorporação de algoritmos de *machine learning*[20] a esses sistemas balísticos aumenta a autonomia decisória e reduz o tempo de reação humana, desafiando o arcabouço jurídico e ético tradicional que regula o uso da força.

[19] Vide item XXIII desta nota de fim.
[20] Vide item XVIII desta nota de fim.

D'outra banda, os sistemas ucranianos chamados de C4ISR (*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*[21]) são operados por meio de plataformas satelitais integradas a IA, que processam variáveis meteorológicas, movimentações do inimigo, sinalização GPS e padrões históricos de defesa aérea para traçar, de forma autônoma, a melhor rota de ataque e o momento ideal para disparo. Em certos contextos, algoritmos embarcados também atuam na discriminação de alvos militares e civis, assumindo decisões de letalidade em ambientes de guerra eletrônica densa, em que a comunicação humana pode estar comprometida.

A ausência de tratados internacionais que regulem especificamente o uso de IA em mísseis interligados a satélites revela mais uma lacuna crítica do Direito Espacial e do Direito Internacional Humanitário. O referido art. IV do *Tratado do Espaço Exterior* (1967), que proíbe armas de destruição em massa em órbita, não abrange mísseis terrestres operados com apoio orbital, mesmo quando sua performance é amplificada por inteligência artificial de bordo. Da mesma forma, nenhuma norma vigente delimita os parâmetros éticos e jurídicos para a integração entre sistemas de satélite e armamentos balísticos guiados por IA.

Ademais, o desafio da imputação de responsabilidade internacional se torna agudo nesse contexto. Se um míssil inteligente, guiado por dados orbitais, comete um erro e atinge um alvo civil, quem responde? O Estado lançador do míssil? O operador do satélite que forneceu os dados? O desenvolvedor do algoritmo? Ou ninguém, diante da ausência de previsibilidade plena das decisões algorítmicas?

A doutrina dominante no Direito Internacional Público ainda se ancora na responsabilidade objetiva estatal, mas essa lógica encontra limites diante da autonomia técnica das armas inteligentes, sobretudo quando há interoperabilidade multinacional entre satélites civis, sistemas armamentistas e algoritmos treinados com dados privados. Tal cenário exige um redesenho da matriz normativa, com inclusão expressa de regras de imputação por decisões algorítmicas letais; mecanismos de

[21] Cuida-se de expressão em inglês que significa "*Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento*", gize-se, "*consiste em arquitetura de guerra completa e sistêmica da Ucrânia que engloba sistemas integrados de gerenciamento de combate, torres móveis de controle de tráfego aéreo (ATC), sistemas de tiro de precisão eletro-óptica/infravermelho (EO/IR), radares de busca e vigilância, os quais podem estar em estações terrestres ou em UAVs e sistemas de sensoriamento remoto (satélites)*". Geopolítica & História Militar.

auditoria técnica internacional; e protocolos mínimos de interoperabilidade ética entre IA e armamentos conectados ao espaço.

1.5 Implicações para o Direito Espacial Internacional

A análise dos fatos empíricos da guerra Rússia x Ucrânia revela, com clareza inescapável, que o Direito Espacial Internacional vigente se encontra estruturalmente defasado diante da ascensão de tecnologias bélicas autônomas, em especial daquelas que operam em coordenação com satélites e algoritmos inteligentes. O corpo normativo composto pelo Tratado do Espaço Exterior (1967), pela Convenção de Responsabilidade Internacional (1972) e pela Convenção de Registro de Objetos Espaciais (1975) foi arquitetado com base em uma racionalidade estatal, analógica e pacifista, absolutamente desconectada da realidade tecnocêntrica e multipolar do século XXI.

O artigo IV do Tratado do Espaço mencionado alhures, por exemplo, proíbe apenas a colocação de armas nucleares ou de destruição em massa em órbita, mas não regula o uso militar de satélites, a coordenação com armamentos terrestres, tampouco a integração com sistemas autônomos. O emprego de IA embarcada em plataformas orbitais que auxiliam ou orientam a seleção de alvos, o lançamento de mísseis ou a atuação de drones armados é, na prática, uma forma de militarização indireta e autônoma do espaço, que se realiza à revelia de qualquer previsão convencional específica.

Ademais, o precitado artigo VIII, que exige que os Estados mantenham "*jurisdição e controle*" sobre os objetos lançados ao espaço, torna-se praticamente inócuo diante de sistemas que operam com tomada de decisão algorítmica, muitas vezes em código fechado, desenvolvido por entes privados e sem supervisão governamental. A figura clássica da responsabilidade estatal perde densidade funcional quando há delegação de funções críticas à IA, permitindo controvérsia dentre os elos de imputação entre a ação bélica e o ente responsável por ela no plano jurídico.

Paralelamente, os princípios de *soft law*[22] elaborados pela ONU, notadamente as *Long-term Sustainability Guidelines of Outer Space Acti-*

[22] Vide item XXII desta nota de fim.

vities[23], aprovadas no âmbito do *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* (COPUOS[24]), embora avancem em temas como segurança operacional e transparência, além de servirem de *living labs* (laboratórios) para o teste de normas primárias, não impõem restrições efetivas ao uso militar autônomo do espaço. Tampouco tratam da ética algorítmica, da auditabilidade dos sistemas de IA, ou da necessidade de manter um humano no ciclo decisório (*human-in-the-loop*[25]) em contextos de ataque.

Tais lacunas normativas revelam que o Direito Espacial, tal como positivado até aqui, não oferece ferramentas jurídicas adequadas para enfrentar a guerra orbito-terrestre mediada por inteligência artificial. O cenário atual exige, portanto:

a) A reformulação de tratados já existentes ou a celebração de novos instrumentos com cláusulas específicas sobre IA embarcada.

b) A imposição de critérios jurídicos vinculantes para uso bélico do espaço exterior com apoio de algoritmos.

c) A criação de um sistema de responsabilidade diferenciada para decisões tomadas por sistemas autônomos letais, que inclua obrigações de transparência, supervisão e reversibilidade.

A manutenção do modelo normativo atual, com sua rigidez analógica e ausência de cláusulas tecnológicas, perpetua um sistema de blindagem legal para usos militares do espaço que são, na essência, profundamente ofensivos – ainda que parcialmente compatíveis com a literalidade dos tratados em vigor.

1.6 Proposta de reforma normativa: um novo paradigma para a governança espacial

Desde a adoção do Tratado da Lua de 1979 – último instrumento de *hard law*[26] multilateral no campo do Direito Espacial – a comunidade internacional não produziu mais qualquer tratado de alcance universal para regular a matéria. Esse hiato normativo de mais de quatro

[23] Refere-se à expressão em inglês que significa "*Diretrizes de Sustentabilidade de Longo Prazo para Atividades no Espaço Exterior*".

[24] Trata-se de expressão em inglês que significa "*Comitê sobre os Usos Pacíficos do Espaço Exterior*".

[25] Vide o item XXIII desta nota de fim.

[26] Cuida-se de expressão em inglês que significa "*lei dura*", é dizer, com força vinculante.

décadas abriu espaço para a proliferação de normas não vinculantes, tais como *guidelines*[27], *best practices*[28], *codes of conduct*[29], *industry standards*[30], *non-binding resolutions*[31] e, mais recentemente, as *Long-term Sustainability Guidelines of Outer Space Activities*[32] (COPUOS/2019). Embora tais instrumentos desempenhem a importante função de servir como laboratórios regulatórios informais para o teste de normas futuras, o fato é que não obrigam os Estados, a menos que sejam incorporados posteriormente por meio de tratados internacionais formalmente celebrados.

Esse fenômeno revela a consolidação de um modelo de governança regulatória baseado em *soft law*[33], que, embora eficiente para responder com agilidade à evolução tecnológica, não assegura previsibilidade, obrigatoriedade ou sanção jurídica uniforme. Como consequência, observa-se a formação de uma ordem espacial fragmentária e desigual, em que potências espaciais, consórcios industriais e blocos regionais produzem suas próprias normas unilaterais ou bilaterais, ampliando a assimetria jurídica e a instabilidade institucional no uso do espaço exterior.

Parte significativa dessa crise decorre da incapacidade estrutural dos dois principais órgãos da ONU responsáveis pela governança espacial: o comitê consultivo e legislativo denominado de COPUOS (*Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*[34]) e o escritório executivo cognominando de UNOOSA (*United Nations Office for Outer Space Affairs*[35]). Ambos operam sob severas restrições:

a) Não possuem infraestrutura própria compatível com sua relevância temática e amplitude de membros (mais de 100 Estados signatários).

d) Não detêm autonomia orçamentária ou administrativa, dependendo da ONU para a destinação de recursos e pessoal técnico.

---

27 Fala-se de vocábulo em inglês que significa "*diretrizes*".
28 Trata-se de expressão em inglês que significa "*melhores práticas*".
29 Cuida-se de expressão em inglês que significa "*códigos de conduta*".
30 Fala-se de expressão em inglês que significa "*normas técnicas*".
31 Refere-se à expressão em inglês que significa "*resoluções não vinculativas*" da ONU.
32 Trata-se de expressão em inglês que significa "*Diretrizes de Sustentabilidade de Longo Prazo para Atividades no Espaço Exterior*" do COPUOS.
33 Vide item XXII desta nota de fim.
34 Cuida-se de expressão em inglês para o órgão consultivo e legislativo da ONU denominado de "*Comitê sobre os Usos Pacíficos do Espaço Exterior*".
35 Cuida-se de expressão em inglês para o órgão executivo da ONU denominado de "*Escritório das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Externo*".

b) Submetem-se ao sistema de votação por consenso, que impede qualquer avanço significativo na criação de normas obrigatórias em temas sensíveis como uso militar, propriedade privada de recursos celestes, ou controle de IA em órbita.

Além disso, inexiste, até o presente momento, qualquer órgão jurídico internacional especializado para a resolução de controvérsias espaciais. As disputas que surgem no uso ou exploração do espaço são tratadas, quando muito, pela Corte Internacional de Justiça ou por tribunais arbitrais ad hoc, sem especialização técnica ou jurisprudência consolidada em matéria espacial. Isso torna o sistema jurídico atual ineficaz para lidar com disputas complexas envolvendo, por exemplo, satélites militares autônomos, danos causados por IA, ou conflitos entre normas nacionais e práticas privadas no espaço.

Diante desse cenário de estagnação normativa e colapso institucional, impõe-se a proposta de criação de uma nova arquitetura global para a governança do espaço extra-atmosférico, fundada nos seguintes pilares:

a) Criação de uma **Organização Internacional para a Governança Global do Espaço (OIGGE)**, que seja completamente independente da ONU; que tenha personalidade jurídica internacional; competência consultiva, deliberativa, legislativa e executiva; estrutura permanente, com quadro técnico-científico próprio; e, mecanismos de produção normativa por maioria qualificada (*superando o consenso paralisante do COPUOS*).

b) Institucionalização de um **Código Internacional de Tráfego Espacial (CITE)** com caráter vinculante, que consolide regras mínimas sobre segurança orbital; proibições específicas ao uso bélico de IA no espaço; critérios de interoperabilidade técnica e ética de sistemas autônomos; parâmetros de imputação objetiva por danos causados por algoritmos espaciais; dentre outros (*suplantando a ideia que se tem de órbitas terrestres de ninguém*).

c) Criação de um **Tribunal Espacial Internacional (TEI)** com jurisdição global e espacial independente, e com competência contenciosa e consultiva, responsável por julgar litígios decorrentes da exploração do espaço; arbitrar conflitos entre atores estatais e privados; e, unificar a jurisprudência espacial internacional (*sobrepujando a ausente solução jurisdicional de conflitos espaciais e o consequente abuso de direitos*).

d) Constituição de um **Fundo do Espaço (FDE)** como mecanismo financeiro internacional para o financiamento da governança técnica; compensação por danos causados por atividades espaciais; e, apoio a países em desenvolvimento no acesso equitativo ao espaço sideral (*subjugando a absente multa penal, civil e administrativa por infrações diversas*).

Essa nova institucionalidade busca conjugar a flexibilidade da *soft law* com a força vinculante e estabilizadora do *hard law*, por meio de uma governança em espiral, na qual normas inicialmente experimentadas em diretrizes e protocolos multilaterais sejam, após validação prática, incorporadas a tratados universais com força obrigatória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do emprego coordenado de satélites, drones e mísseis militares dotados de inteligência artificial na guerra entre a Rússia e a Ucrânia evidencia, sem qualquer margem para ambiguidade, a falência moral, jurídica e institucional do atual regime normativo internacional que rege o uso do espaço exterior. A ausência de tratados vinculantes desde 1979, somada à hegemonia de uma *soft law* politicamente inócua, escancarou o vazio regulatório no qual operam sistemas autônomos de letalidade extrema, sem qualquer responsabilização efetiva.

Nesse cenário, a tão reverenciada soberania estatal, consagrada desde a Paz de Vestfália como fundamento da ordem internacional moderna, tem sido convertida em escudo protetor para a prática de crimes inomináveis, inclusive com a utilização de tecnologias orbitais e inteligência artificial para fins de aniquilação de populações civis. O conceito clássico de soberania, blindado contra qualquer ingerência externa, não pode – e não deve mais – servir como salvo-conduto para a prática de violações sistemáticas aos direitos humanos fundamentais.

Mesmo que determinado Estado não seja signatário de tratados específicos em matéria espacial ou humanitária, está vinculado, de forma inarredável, aos princípios mínimos da ética, da moral e da ordem jurídica internacional. O direito à existência, à dignidade humana e à proteção da vida não são direitos disponíveis, nem passíveis de relativização

por conveniência geopolítica. Qualquer uso do espaço – notadamente por meio de satélites armados ou sistemas autônomos orientados por IA – que tenha como fim a supressão de vidas humanas de forma deliberada e sistemática, constitui uma afronta direta ao *jus cogens* e deve autorizar, por si só, a flexibilização da soberania do agressor.

A história já demonstrou, de forma cruel, o potencial autodestrutivo da humanidade. O espaço exterior não pode se tornar o novo teatro de genocídios mediados por algoritmos. A comunidade internacional tem a obrigação moral e jurídica de romper com a indiferença institucional que reina nas estruturas obsoletas do COPUOS e da UNOOSA. A perpetuação do *status quo* normativo, sob o pretexto de proteger a soberania dos Estados, é cúmplice do avanço de uma guerra sem rosto, sem voz e sem responsabilidade – a guerra algorítmica orbital.

A soberania, enquanto princípio fundante do direito internacional, não é cláusula pétrea acima da dignidade humana. Se usada como ferramenta de opressão, deve ser repelida com a mesma força com que outrora foi invocada para proteger a paz. O direito internacional do espaço precisa deixar de ser um memorial de boas intenções para se tornar um instrumento eficaz de contenção da barbárie tecnológica.

REFERÊNCIAS

CENTER FOR A NEW AMERICAN SECURITY (CNAS). **Roles and Implications of AI in the Russian-Ukrainian Conflict**. Washington, 20 jul. 2023. Disponível em: https://www.cnas.org/publications/commentary/roles-and-implications-of-ai-in-the-russian-ukrainian-conflict. Acesso em: 17 maio 2025.

CNN BRASIL. **Governo Trump suspende acesso da Ucrânia a imagens de satélite dos EUA**. São Paulo, 7 mar. 2025. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/governo-trump-suspende-acesso-da-ucrania-a-imagens-de-satelite-dos-eua/. Acesso em: 17 maio 2025.

CNN PORTUGAL. **Starlink:** como os satélites de Elon Musk mudaram a guerra na Ucrânia. Lisboa, 9 jun. 2022. Disponível em: https://cnnportugal.iol.pt/guerra/ucrania/starlink-como-os-satelites-de-elon-musk-mudaram-a-guerra-na-ucrania-e-como-tambem-podem-ajudar-o-homem-mais-rico-do-mundo/20220609/62a245e30cf2ea4f0a4f153b. Acesso em: 17 maio 2025.

EUROMAIDAN PRESS. **Try and try again! Ukraine's AI drones defeat Russian electronic warfare in new Kursk offensive**. Ucrânia, 8 maio 2025. Disponível em: https://euromaidanpress.com/2025/05/08/ai-drones-strike-russians/. Acesso em: 17 maio 2025.

FORÇAS TERRESTRES. **Rússia lança drone kamikaze Lancet-E no mercado global após sucesso na Ucrânia**. Braga, 15 ago. 2024. Disponível em: https://www.forte.jor.br/2024/08/15/russia-lanca-drone-kamikaze-lancet-e-no-mercado-global-apos-sucesso-na-ucrania/. Acesso em: 17 maio 2025.

G1. **Conheça o míssil balístico hipersônico Kinzhal, usado pela Rússia na guerra da Ucrânia**. São Paulo, 9 mar. 2023. Disponível em: https://g1.globo.com/mundo/ucrania-russia/noticia/

2023/03/09/conheca-o-missil-balistico-hipersonico-kinzhal-usado-pela-russia-na-guerra-na-ucrania.ghtml. Acesso em: 17 maio 2025.

GEOPOLÍTICA & HISTÓRIA MILITAR. **A importância dos sistemas C4ISR na Guerra da Ucrânia**. Rio de Janeiro, 25 nov. 2022. Disponível em: https://historiamilitaremdebate.com.br/a-importancia- dos-sistemas-c4isr-na-guerra-da-ucrania/. Acesso em: 18 maio 2025.

MIGALHAS. **A guerra da Ucrânia e a nova fronteira da defesa cibernética:** a guerra tecnológica. São Paulo, 27 set. 2024. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/coluna/direito-digital/416091/a-guerra-da-ucrania-e-a-nova-fronteira-da-defesa-cibernetica. Acesso em: 17 maio 2025.

OLHAR DIGITAL. **Robôs assassinos alimentados por IA estão em uso na guerra da Ucrânia**. São Paulo, 3 jul. 2024. Disponível em: https://olhardigital.com.br/2024/07/03/pro/robos-assassinos-alimentados -por-ia-estao-em-uso-na-guerra-da-ucrania/. Acesso em: 17 maio 2025.

OPEU - OBSERVATÓRIO POLÍTICO DOS ESTADOS UNIDOS. **Inovações Tecnológicas e Inteligência Artificial na Guerra da Ucrânia**. São Paulo, 9 fev. 2025. Disponível em: https://www.opeu.org.br/2025/02/09/inovacoes-tecnologicas-e-inteligencia-artificial-na-guerra-da-ucrania/. Acesso em: 18 maio 2025.

REVISTA SOCIEDADE MILITAR. **Aliada estratégica na guerra contra a Rússia**: Exército da Ucrânia aposta na IA para fortalecer sua defesa militar. Rio de Janeiro, 22 dez. 2024. Disponível em: https://www.sociedademilitar.com.br/2024/12/aliada-estrategica-na-guerra-contra-a-russia-exercito-da-ucrania-aposta-na-ia-para-fortalecer-sua-defesa-militar-thsg.html. Acesso em: 17 maio 2025.

REVISTA SOCIEDADE MILITAR. **Rússia revoluciona a tecnologia militar com o míssil Kinzhal:** com autonomia de 2.000 km e capaz de atingir a velocidade de Mach 12, cerca de 14.700 km/h, supera defesas aéreas. Rio de Janeiro, 26 nov. 2024. Disponível em: https://www.sociedademilitar.com.br/2024/11/russia-revoluciona-a-tecnologia-militar-com-o-missil-kinzhal-com-autonomia-de-2-000-km-e-capaz-de-atingir-a-velocidade-de-mach-12-cerca-de-14-700-km-h-supera-defesas-aereas-elz.html. Acesso em: 18 maio 2025.

ZERO HORA. **Imagens de satélites mudam maneira de acompanhar conflito militar na Ucrânia**. Porto Alegre, 1 maio 2022. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/mundo/noticia/2022/05/imagens-de-satelites-mudam-maneira-de-acompanhar-conflito-militar-na-ucrania-cl2na0rwu000g01i2lfj2nfq3.html. Acesso em: 17 maio 2025.

SINERGIA ENTRE O PARQUE TECNOLÓGICO DE MATO GROSSO E O CURSO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E CIÊNCIA DE DADOS DO IFMT

Vinicius de Carvalho Araújo
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (Seciteci-MT)
viniciusaraujo@seplag.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/6380020368322779

Carlos Gracioli Neto
IFMT - Várzea Grande
gracioli.neto@ifmt.edu.br - https://orcid.org/0009-0008-0590-2915

Resumo: O tema deste artigo são as possíveis sinergias entre o Parque Tecnológico de MT e o Curso de Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT. O objetivo geral é identificar os principais produtos de ambos que possam servir de insumo mútuo e se potencializar de forma mútua, gerando sinergias. O principal marco teórico inclui a Teoria Geral de Sistemas, com seus principais conceitos. O principal deles e que é considerado central para esta pesquisa é a sinergia. A metodologia inclui a montagem de duas matrizes de negócio, uma para cada subsistema. Os resultados apontam para sinergias significativas entre eles.
Palavras-chave: Parque Tecnológico. Inteligência artificial. Ciência de dados. Teoria de sistemas.

Abstract: *The topic of this article is the possible synergies between the MT Technological Park and the Artificial Intelligence and Data Science Course at IFMT. The general objective is to identify the main products of both that can serve as mutual input and mutually enhance each other, generating synergies. The main theoretical framework includes the General Systems Theory, with its main concepts. The main one, which is considered central to this research, is synergy. The methodology includes the creation of two business matrices, one for each subsystem. The results point to significant synergies between them.*
Keywords: *MT Technological Park. Artificial Intelligence. Data Science. General Systems Theory.*

INTRODUÇÃO

Este artigo se concentra na interação entre o Parque Tecnológico de Mato Grosso e o Curso de Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT. São duas das principais inovações na área de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) do estado de Mato Grosso nos últimos anos. O Par-

DOI: 10.29327/2686685.1.4-34

que é resultado do esforço de mais de dez anos de fomento e articulação do ecossistema de inovação no estado, junto com a construção das suas instalações na região do Chapéu do Sol, no município de Várzea Grande. Dentro da proposta original de transformar aquela localidade em uma infraestrutura que favorecesse esta área, foram doados terrenos não só para o Parque, mas também para as principais instituições públicas de ensino superior de tecnologia da época em Mato Grosso (UFMT, IFMT e Unemat).

Diante disso, o IFMT construiu seu campus para receber alguns cursos na área de tecnologia. Optou por instalar o Curso de Ciência de Dados no prédio do Parque Tecnológico, com todos os requisitos que serão apresentados ao longo deste artigo. Tornou-se o principal parceiro do Parque até o momento, apostando nas sinergias que podem ser geradas entre esses dois importantes equipamentos para Mato Grosso.

Para compreender melhor essa interação e seus possíveis resultados, o artigo vai expor os principais conceitos da Teoria Geral de Sistemas, com destaque para as sinergias geradas pelas operações de fusões e aquisições. Na parte de Resultados serão analisados os principais pontos do projeto do Parque Tecnológico de MT e do Curso do IFMT. Logo na sequência serão elaboradas as Matrizes de Negócio dos dois equipamentos, para identificar os produtos de um que se tornam insumos para o outro. Ao final, faremos a análise desta interação e as considerações finais.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Teoria Geral de Sistemas

Para Chiavenato (2002), a abordagem sistêmica da Administração tem a sua origem a partir dos estudos do biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy, que elaborou uma teoria interdisciplinar, capaz de transcender os problemas específicos de cada ciência. Esse feito possibilitou que princípios e modelos gerais pudessem permitir a utilização das descobertas de uma ciência por outras.

A administração, até então sob abordagem clássica, era influenciada pelos princípios do reducionismo, marcada pela crença de que todas as

coisas podem ser decompostas em elementos simples, constituindo as unidades indivisíveis. Também era baseada no pensamento analítico, compreendendo que a análise consiste em decompor as partes em partes mais simples, independentes e indivisíveis, que são mais facilmente solucionadas ou explicadas e que, posteriormente agregadas, explica-se o todo. Por fim, tinha forte relação com o mecanicismo, que é a relação causa-efeito entre dois fenômenos, em que os efeitos são totalmente determinados pelas causas, sob visão determinística das coisas.

Chiavenato (2002) prossegue ao dizer que após a Teoria Geral dos Sistemas esses princípios foram substituídos por três opostos, que são o expansionismo, sustentando que um fenômeno é parte de outro maior, com uma visão do todo. Entrou também o pensamento sintético, que explica o papel que um fenômeno desempenha em um sistema maior, pois cada fenômeno é visto como parte de um todo. Afinal, veio a teleologia, como estudo do comportamento, com a finalidade de atingir objetivos. A relação causa-efeito é vista como uma probabilística e não determinística.

Nessa perspectiva, esses princípios introduzem a concepção de que os sistemas são visualizados como entidades globais e funcionais, em busca de objetivos e finalidades. A Teoria Geral dos Sistemas deu origem à Cibernética, à Pesquisa Operacional e influiu na Teoria Geral da Administração, redimensionando suas concepções.

O sistema é um todo organizado ou complexo; um conjunto ou combinação de coisas ou partes, formando um todo complexo ou unitário, com base na definição de sistema, na qual as unidades estão reciprocamente relacionadas. Por fim, Chiavenato (2002) conclui que, apesar de não existir sistema fechado, na acepção exata do termo, alguns autores o consideram como aquele que tem um pequeno intercâmbio com o ambiente. Já os sistemas abertos não podem viver em isolamento, eles mantêm a si próprios por meio de um contínuo fluxo de entradas e saídas, nunca estando em um estado de perfeito equilíbrio. Os sistemas abertos são compostos por seus elementos e as relações entre eles, ou seja, as relações são os laços que ligam os elementos entre si. A caracterização dos sistemas dá-se pelos parâmetros:

- **Entrada ou insumo** – é a força de arranque de um sistema, permite a operação do sistema;

- **Processamento ou transformador** – é o fenômeno que produz mudança, converte entradas em saídas;
- **Saída ou resultado** – é a finalidade para a qual se reuniram elementos e relações do sistema. Devem ser coerentes com a finalidade do sistema;
- **Retroação ou retroalimentação** – função que visa comparar a saída a determinados padrões estabelecidos. Visa manter ou aperfeiçoar o desempenho do processo;
- **Ambiente** – é o meio que envolve externamente o sistema.

1.2 Sinergias

As organizações produzem resultados sinérgicos, ou seja, recursos materiais, financeiros e humanos produzem valor por meio do efeito sinérgico. Esses fatores, quando considerados como fatores de produção, geram riqueza, pelo recurso à sinergia organizacional. Para Jacobsen (2009, p. 17), sinergia é "o acréscimo obtido no resultado final pela utilização combinada de duas ou mais estratégias (....) Ou partes de um todo – em relação à soma dos resultados individuais obtidos pela utilização separada de cada uma".

De acordo com Teixeira *et al.* (2017), o ecossistema de inovação é composto por pessoas e instituições conectadas, todas essenciais para fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico de uma determinada região. Pode incluir atores da indústria, federações, meio acadêmico, associações, investidores, órgãos governamentais, núcleos de inovação tecnológica, empreendedores, pesquisadores, *startups* e empresas de base tecnológica.

A integração entre o IFMT e o Parque Tecnológico pode ser compreendida, de certo modo, como uma fusão entre duas organizações. Elas poderiam existir separadas, porém estão surgindo quase que de forma simultânea e juntas. Operações de fusões e aquisições são guiadas pela geração de sinergias entre as duas ou mais organizações envolvidas. Portanto, alguns dos seus conceitos são muito úteis para o presente artigo. De acordo com Vieira (2014), os principais tipos de sinergia são de custo e receita e envolvem:

Quadro 1 - Principais tipos de Sinergia

Sinergias de Custo	Sinergias de Receita	Sinergias de ativos
Economias de Escala	Expansão de Mercado	Isso pode incluir a venda de ativos não essenciais
Redução de Custos	Melhor Cross-Selling (venda cruzada)	A combinação de instalações de produção
Acesso a fornecedores em condições mais favoráveis	Aumento do Poder de Mercado	A utilização mais eficiente de equipamentos e tecnologia
Otimização Fiscal	Inovação Acelerada	

Fonte: Vieira (2014).

- **Sinergias de conhecimento e experiência:** ocorre quando as equipes de gestão das empresas envolvidas têm competências complementares e podem aprender uma com a outra.

2. METODOLOGIA

Este trabalho constitui-se numa pesquisa exploratória e, de acordo com seu delineamento, num estudo de caso. Tal modalidade adequa-se aos seus objetivos em função da incipiência em que se encontram a maior parte dos trabalhos, a simplicidade dos procedimentos técnicos, a complexidade do tema selecionado e da possibilidade de reformulação do problema e suas hipóteses em busca de uma maior depuração analítica.

Trata-se, conforme a tipologia de Eckstein (1975), de um estudo de caso da espécie "provas de plausibilidade". Um referencial metodológico inicial, composto pelo problema da pesquisa e suas hipóteses de trabalho que pretendem orientá-lo, foi formulado. Por meio de aplicação iterativa proposta por Yin *apud* Rhodes (1997), uma proposição teórica inicial é feita e as conclusões da pesquisa comparadas com ela, permitindo a sua revisão e a comparação de outros detalhes em seguida, com repetição desta prática até que a proposição se aproxime da realidade empírica que está sendo analisada. Pode ser feita uma analogia com o método das aproximações sucessivas em estudos socioeconômicos. Dessa forma, será possível chegar a conclusões com maior capacidade de generalização pela submissão aos testes.

O problema desta pesquisa fica definido da seguinte forma: quais são os efeitos sinérgicos gerados entre o Parque Tecnológico e o Curso de Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT de acordo com os respectivos projetos? A hipótese de trabalho é que os efeitos sinérgicos entre os projetos serão grandes, devido as suas afinidades e do fato de ambos estarem na vanguarda tecnológica. O objetivo geral é identificar os principais produtos do Parque Tecnológico de MT e do Curso de Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT que possam servir de insumo mútuo e se potencializar de forma mútua, gerando sinergias.

O método utilizado para identificação de sinergia entre os subsistemas Parque Tecnológico e Curso de Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT será a matriz de negócios. Para Atricon (2014), esta é uma ferramenta muito utilizada na Gestão pela Qualidade Total, consistindo numa técnica de representação gráfica que se utiliza para definir o negócio da organização ou unidade administrativa, composta da sua missão e negócio, incluindo também as pessoas e equipamentos. Ela precisa elencar os produtos de organização ou unidade administrativa, os insumos necessários para a sua produção, fornecedores e, por fim, os clientes. Ela é, portanto, uma ferramenta que aplica os conceitos da Teoria Geral de Sistemas à realidade de qualquer unidade organizacional, oportunizando enxergar estas relações naquele âmbito específico.

O objeto foi mapeado por meio de documentos descritores dos dois projetos: Parque Tecnológico de MT e Curso de Inteligência Artificial e Ciências de Dados do IFMT. Neles foi possível encontrar informações sobre os principais resultados esperados dessas duas importantes iniciativas para a C, T & I em Mato Grosso. Eles são relevantes para a metodologia adotada neste artigo, uma vez que alguns produtos do Parque Tecnológico serão insumos para o IFMT e vice-versa, gerando um circuito fechado e as procuradas sinergias.

Optamos por considerar o Curso de Inteligência Artificial e Ciências de Dados do IFMT como o único do cliente do Parque Tecnológico e limitamos a cinco produtos para cada um deles, devido às restrições operacionais desta pesquisa. Os conceitos para orientar a busca pela realidade empírica foram buscados em artigos científicos, documentos administrativos e sites da internet.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parque Tecnológico

Para a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec, 2025), Parque Tecnológico é uma instituição que promove ciência, tecnologia, inovação e empreendedorismo por meio de ações planejadas e estruturadas, congregando integrantes do ecossistema, alinhado ao conceito de tríplice hélice. Seus elementos fundamentais são a existência de um ambiente físico composto por espaços para a instalação de empresas, universidades e instituições de ciência e tecnologia, incubadoras de empresas e negócios, centros de serviços, eventos e convivência, infraestrutura laboratorial, projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P, D & I), sendo desenvolvidos em parceria e arranjos diversos que atuem de modo sinérgico.

De acordo com Oliveira *et al.* (2023), o Parque Tecnológico MT é a mais estratégica intervenção do Estado para promover a inserção de Mato Grosso no cenário nacional e internacional da ciência, tecnologia e inovação. Tem na sua base a proposta conceito de "3" Parques em "1", quais sejam: Parque Tecnológico, Parque Científico e Parque de Serviços. Sua equipe realizara até aquela data mais de 500 atividades de prospecção e interação entre os agentes do ecossistema de inovação de Mato Grosso e instituições, empresas, personalidades e governos do exterior.

Localizado em Várzea Grande-MT, representa um polo estratégico de inovação e desenvolvimento tecnológico, para promoção da integração entre instituições de ensino, pesquisa e todo o ecossistema de inovação. Como um ambiente propício para o avanço da Indústria 4.0, o Parque contará com infraestrutura especializada para fomentar soluções inovadoras nas áreas de software, automação e robótica.

3.2 Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados - IFMT

O Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados, oferecido pelo IFMT no Campus Várzea Grande, surgiu como uma resposta acadêmica estratégica às demandas contemporâneas por

profissionais qualificados. Ele busca se alinhar aos princípios da Indústria 4.0, à inovação social e ao desenvolvimento sustentável da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá e de todo o estado, de forma mais indireta. Baseado numa matriz curricular interdisciplinar, o curso integra pesquisa aplicada e curricularização da extensão, buscando unir ensino técnico-científico com infraestrutura tecnológica avançada, formação internacional e inserção comunitária.

A infraestrutura do *campus* inclui laboratórios especializados em ciência de dados, inteligência artificial, aprendizado de máquina, visualização de dados e experimentação computacional, criando um ambiente favorável à inovação. Nas instalações do Parque Tecnológico de Mato Grosso haverá laboratórios de referência, como o de Sistemas Críticos, Robótica Aplicada, Prototipagem Robótica e Robótica Pesada. Além de fomentar a inovação, o IFMT será responsável pela gestão dos laboratórios especializados no Parque, estabelecendo uma conexão direta entre os espaços do campus e o Parque Tecnológico. Essa integração favorece a experimentação em escala real, o desenvolvimento de tecnologias emergentes e a validação de soluções voltadas para as necessidades do setor produtivo e da sociedade.

Essa articulação se reflete na Prática Profissional Integrada (PPI), um dos eixos formativos do curso, que adota metodologias como o *design thinking* e a lógica de projetos interdisciplinares. A cada semestre, grupos de estudantes desenvolvem soluções baseadas em Inteligência Artificial e Ciência de Dados, aplicáveis em setores como saúde, mobilidade urbana, educação, segurança pública, meio ambiente e agronegócio, considerados áreas estratégicas para o estado de Mato Grosso. Exemplos de atuação incluem a previsão de safras, análise de dados ambientais, automação de processos agrícolas e monitoramento inteligente de pragas.

Além disso, o curso incorpora uma dimensão internacional, possibilitada por meio de um Acordo de Cooperação com a Universidade da Beira Interior (UBI), em Portugal. Essa experiência internacional, associada à Prática Profissional Integrada e à colaboração com o Parque Tecnológico, contribui para a formação de profissionais com perfil global, pensamento sistêmico e sensibilidade social.

A Prática Profissional Integrada (PPI) é um dos pilares formativos do curso. Estruturada como um componente curricular contínuo e pro-

gressivo, a PPI oferece aos estudantes a oportunidade de desenvolver, ao longo de cada semestre, soluções tecnológicas com base em problemas reais enfrentados pela sociedade. Cada ciclo é orientado por metodologias ativas, especialmente o *design thinking*. Elas resultam na entrega de protótipos funcionais com fundamentação técnica e científica. A proposta permite a vivência de todas as etapas do ciclo de inovação, da coleta e análise de dados à implementação de sistemas inteligentes e avaliação de impacto.

Como culminância das atividades desenvolvidas nas PPIs, o curso promove, ao final de cada semestre, o Encontro de Imersão em Inteligência e Computação, um evento acadêmico, tecnológico e extensionista que reúne as comunidades interna e externa em torno da divulgação científica e da inovação aplicada. Esse evento reafirma o compromisso do IFMT com a ciência aplicada e a transferência tecnológica como propulsores da transformação social.

Neste ponto do artigo, iremos apresentar as matrizes de negócio, por meio dos Quadros 2 e 3. O Quadro 2 relaciona os produtos gerados pelo Parque Tecnológico com os insumos gerados pelo Curso do IFMT, tendo este como seu único nessa abstração de um sistema fechado. Já no Quadro 3 traremos a forma oposta, com os produtos egressos do Curso do IFMT por meio dos insumos saídos do Parque Tecnológico e tendo esta organização como sua única cliente, para fins analíticos apenas.

Quadro 2 - Matriz de negócios do Parque Tecnológico de MT

Item nº	Fornecedores	Insumos	Produtos/Serviços	Cliente
1	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT	1. Gestão dos laboratórios especializados no Parque	Instalações congregando atores do ecossistema de ciência, tecnologia e inovação de MTa	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT
2	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT	2. Laboratórios especializados	Infraestrutura de tecnologia de informação e comunicação (TIC) disponível para os parceiros	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT
3	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT	1. Pesquisa na área 2. Laboratórios especializados 3. Soluções baseadas em Inteligência Artificial e Ciência de Dados	Interação com os projetos dos demais parceiros instalados	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT

Continua...

Continuação...

Item nº	Fornecedores	Insumos	Produtos/Serviços	Cliente
4	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT	1. Projetos de extensão na área	Formação de profissionais especializados	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT
5	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT	1. Pesquisa na área 2. Soluções baseadas em Inteligência Artificial e Ciência de Dados 3. Laboratórios especializados	Empresas atraídas pelos incentivos fiscais e ambiente, que podem demandar serviços dos parceiros	Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT

Fonte: Elaboração própria dos autores.

Quadro 3 - Matriz de negócios do Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT

Item nº	Fornecedores	Insumos	Produtos/Serviços	Clientes
1	Parque Tecnológico de MT	1. Infraestrutura de tecnologia de informação e comunicação (TIC) disponível para os parceiros	Pesquisa na área	Parque Tecnológico de MT
2	Parque Tecnológico de MT	1. Interação com os projetos dos demais parceiros instalados	Projetos de extensão na área	Parque Tecnológico de MT
3	Parque Tecnológico de MT	1. Formação de profissionais especializados 2. Infraestrutura de tecnologia de informação e comunicação (TIC) disponível para os parceiros	Laboratórios especializados	Parque Tecnológico de MT
4	Parque Tecnológico de MT	1. Formação de profissionais especializados	Gestão dos laboratórios especializados no Parque	Parque Tecnológico de MT
5	Parque Tecnológico de MT	1. Infraestrutura de tecnologia de informação e comunicação (TIC) disponível para os parceiros	Soluções baseadas em Inteligência Artificial e Ciência de Dados	Parque Tecnológico de MT

Fonte: Elaboração própria dos autores.

3.3 Análise das sinergias

É possível enxergar todos os tipos de sinergias nesta relação entre o IFMT e o Parque Tecnológico. Ao analisar as interações da Matriz de Negócios do Parque Tecnológico com foco nos insumos gerados pelo curso do IFMT (Quadro 2), conseguimos identificar sinergias de custos como economias de escala e redução de despesas na interação da gestão especializada dos laboratórios que estarão presentes ali com as instala-

ções congregando atores do ecossistema de C, T & I. É certo que os serviços prestados nas áreas de Sistemas Críticos, Robótica Aplicada, Prototipagem Robótica e Robótica Pesada serão do interesse dos outros ali presentes. Já na interação dos laboratórios especializados com a infraestrutura de TIC, temos uma sinergia de ativos também considerável, já que ambos podem se potencializar.

Vale citar que a pesquisa na área produzida pelo curso, combinada com os projetos dos demais parceiros em operação no Parque Tecnológico, pode gerar uma sinergia de receita. Quer dizer, têm amplas condições de gerar produtos novos e aumentar a geração de valor deles de acordo com o modelo de negócios que for adotado. Teremos também sinergias de ativos na intersecção entre os laboratórios especializados e os projetos dos demais parceiros, por meio da combinação das instalações de produção e utilização mais eficiente da tecnologia ali disponível.

As soluções baseadas em Inteligência Artificial e Ciência de Dados na interação com os demais parceiros podem gerar sinergias de receita, por meio da expansão do mercado. Os projetos em operação no Parque Tecnológico e suas redes vão proporcionar um mercado maior para o IFMT do que se estivessem isolados. Foi observada também a sinergia de custos, uma vez que podem fazer compras em conjunto e acessar fornecedores em condições mais favoráveis.

Os projetos de extensão do curso do IFMT vão interagir com um dos principais produtos do Parque Tecnológico, que é a formação de profissionais especializados, oportunizando uma sinergia de conhecimento e experiência. Em relação às empresas, teremos sinergia de receita com o aumento do poder de mercado, a inovação acelerada e o chamado *cross-selling*, que é a venda cruzada de produtos gerados pelo ecossistema de inovação animado pelo Parque. Também virão sinergias de custos com as economias de escala permitidas pela produção em maior quantidade para as empresas atraídas ao Parque.

Quando consideramos a interação entre os insumos gerados pelo Parque e os Produtos do Curso no Quadro 3, conseguimos observar também sinergias de ativos, como na interface infraestrutura x pesquisa na área. Teremos a utilização mais eficiente de equipamentos e a combinação das instalações de produção, promovendo também sinergia de

conhecimentos e experiências. Na articulação entre os parceiros do Parque Tecnológico e os projetos de extensão do IFMT, obteremos sinergias tanto de receita quanto de custo, viabilizando a operação cada vez mais pelo aumento da margem. Isso se dará por meio da expansão do mercado e do acesso a fornecedores em melhores condições devido à escala de compras.

A formação de profissionais especializados e a infraestrutura facilitada pelo Parque vão se mesclar com os laboratórios especializados, gerando sinergias de custos e de conhecimento e experiência. Já no caso da gestão dos laboratórios especializados no Parque, poderemos ter sinergias de receitas, por meio da inovação acelerada e o *cross-selling*. Por fim, a infraestrutura disponível no Parque Tecnológico vai se integrar com as soluções, gerando fortes sinergias de ativos, por meio da utilização mais eficiente da tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para compreender com maior profundidade as conexões práticas e estratégicas entre o Parque Tecnológico de Mato Grosso e o Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT, este estudo adotou como ferramenta metodológica central a matriz de negócios. Foram elaboradas duas matrizes – uma para cada subsistema –, permitindo identificar, de forma sistemática, os principais produtos, insumos, fornecedores e clientes de cada um, bem como mapear os fluxos de interdependência e colaboração entre eles.

A aplicação dessa ferramenta não apenas organizou dados complexos, como também possibilitou uma visualização clara das *interfaces* operacionais entre os dois sistemas. A gestão compartilhada de laboratórios, o uso conjunto da infraestrutura tecnológica, a produção de soluções aplicadas e a formação de profissionais especializados demonstram que os dois subsistemas atuam de forma complementar, gerando valor mútuo em uma lógica de reciprocidade estruturada.

À luz do conceito de sinergia, conforme definido por Jacobsen (2009, p. 4) – "o acréscimo obtido no resultado final pela utilização combinada de duas ou mais estratégias, em relação à soma dos resultados individu-

ais" –, observam-se evidências robustas de que a atuação integrada entre o Parque e o Curso gera benefícios ampliados e qualitativos. Trata-se de uma estrutura sistêmica que favorece tanto a eficiência interna das instituições envolvidas quanto o fortalecimento do ecossistema de ciência, tecnologia e inovação do estado de Mato Grosso.

A sinergia identificada manifesta-se de maneira concreta nas seguintes dimensões:

- Otimização do uso da infraestrutura física e tecnológica, por meio de uma gestão cooperativa e eficiente.
- Aplicação contextualizada do conhecimento científico, com impacto direto na resolução de problemas locais.
- Formação de profissionais com perfil inovador, interdisciplinar e conectado às exigências da Indústria 4.0.
- Ampliação do impacto institucional e social, ancorada na articulação entre ensino, pesquisa, extensão e setor produtivo.

Destaca-se, ainda, a relevância das parcerias estabelecidas com diferentes atores institucionais. A presença de empresas privadas no ecossistema do Parque Tecnológico amplia as possibilidades de aplicação das tecnologias desenvolvidas no curso e estimula a empregabilidade e o empreendedorismo. As parcerias com instituições públicas, por sua vez, fortalecem a inserção das iniciativas no contexto das políticas públicas e promovem alinhamento estratégico. Além disso, as parcerias internacionais, como a cooperação com a Universidade da Beira Interior (UBI), em Portugal, agregam valor acadêmico, cultural e científico à formação, projetando o IFMT e o Parque em uma dimensão global.

Diante dos resultados observados, verifica-se que a articulação entre o Parque Tecnológico e o Curso de Inteligência Artificial e Ciência de Dados do IFMT representa um modelo efetivo de cooperação institucional, com alto potencial de replicabilidade. Recomenda-se que tal sinergia seja consolidada por meio de instrumentos formais de gestão integrada, e que se promova o monitoramento contínuo dos seus efeitos, visando à sustentabilidade e ao aprimoramento de seus impactos no longo prazo. A experiência analisada demonstra como a integração entre educação tecnológica, ciência aplicada e inovação pode operar como motor de desenvolvimento regional e transformação social.

REFERÊNCIAS

ANPROTEC. **Parques Tecnológicos Consolidados**. Brasília, DF: Anprotec, 2025. Disponível em: https://anprotec.org.br/site/lideres-tematicos/parques-consolidados/. Acesso em: 19 maio 2025.

CHIAVENATO, I. **Teoria geral da administração**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. v. 2.

ECKSTEIN, H. Case Study and Theory in Political Science. In: GREENSTEIN, F. I.; POLSBY, N. W. (ed.). **Handbook of Political Science:** Strategies of Inquiry. Reading, MA: Addison-Wesley, 1975. v. 7.

JACOBSEN, A. L. **Sistemas de informação**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2009. 158 p. Disponível em: http://arquivos.eadadm.ufsc.br/EaDADM/UAB_2008_1/Modulo_4/Sistemas_de_informacao/Material_didatico/sistema_informacao-Livro_texto.pdf. Acesso em: 19 maio 2025.

OLIVEIRA, L. A. F. *et al.* Parque tecnológico MT: solução inovadora para o desenvolvimento sustentável, inclusivo, socialmente justo e integrado ao mundo contemporâneo. **Revista Educação C&T**, [S. l.], n. 2, ano 2023.

RHODES, R. A. W. **Understanding governance**. Buckingham: Open University Press, 1997.

TEIXEIRA, C. S. (org.). **Ecossistema de inovação:** alinhamento conceitual. Florianópolis: Perse, 2017. 24 p. E-book. Disponível em: https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/07/e-book-Ecossistemadeinovacao.pdf. Acesso em: 19 maio 2025.

VALORIZANDO FUSÕES e aquisições através de sinergias estratégicas. **Deal Link Virtual Data Room**, 22 set. 2023. Disponível em: https://blog.deallink.com.br/post/valorizando-fus%C3%B5es-e-aquisi%C3%A7%C3%B5es-atrav%C3%A9s-de-sinergias-estrat%C3%A9gicas#:~:text=Isso%20ocorre%20quando%20as%20equipes,%C3%A0%20cultura%20empreendedora%20da%20startup. Acesso em: 2 jun. 2025.

VIEIRA, R. **Sinergias em Operações de M&A:** o motor para o sucesso das fusões e aquisições. [S. l.]: [s. n.], 26 ago. 2024. Disponível em: https://ftaquisicoes.com.br/sinergias-em-fusoes-e-aquisicoes. Acesso em: 2 jun. 2025.

Revista Educação C&T

Seção Livre: Memória e institucionalização

A UTILIZAÇÃO DA IA COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS INDICADORES DE ODS NO CONTEXTO DA AGENDA DE 2030 NO MUNICÍPIO DE MATUPÁ - MT

Marindia Feliciano dos Santos
Escola Técnica Estadual de Matupá (Seciteci/MT)
marindiasantos@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/1653507607731472
Kauany Kamilly Alves França
Escola Técnica Estadual de Matupá (Seciteci/MT)
kauanykamillyalves@gmail.com - http://lattes.cnpq.br/4118224827492565
Daniel do Nascimento Mata
Escola Técnica Estadual de Matupá (Seciteci/MT)
daniel444mt@gmail.com - https://lattes.cnpq.br/0438342726653634

Resumo: Este artigo investiga as dificuldades enfrentadas por moradores de propriedades rurais no município de Matupá, Mato Grosso. Adota-se uma abordagem metodológica mista, com dados quantitativos e qualitativos coletados por meio de questionários estruturados enviados digitalmente. Os resultados gerados pelo uso da Inteligência Artificial (IA) revelam severas limitações no acesso a serviços essenciais, como saúde, saneamento, educação, transporte e infraestrutura básica. Apesar disso, há certo nível de conectividade, como acesso à energia elétrica e sinal de internet. A análise destaca a necessidade urgente de políticas públicas integradas e intersetoriais para promover o desenvolvimento sustentável, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os numerados 3, 4, 6, 8 e 10. O trabalho contribui para o debate acadêmico e político ao oferecer um retrato atual e bem fundamentado da exclusão vivenciada pelas populações rurais, destacando a importância da inclusão social e territorial no contexto brasileiro. Nesse sentido, o estudo confirma a necessidade urgente de desenvolver e implementar políticas públicas mais inclusivas, participativas e territoriais que levem em conta as especificidades das áreas rurais de pequenas propriedades. A superação das desigualdades identificadas exige não apenas investimento financeiro, mas, sobretudo, vontade política, planejamento estratégico e escuta ativa das comunidades afetadas.
Palavras-chave: Áreas rurais. Sustentabilidade. Inclusão social. Infraestrutura.

Abstract: *This article investigates the difficulties faced by residents of rural farms in the municipality of Matupá, Mato Grosso. A mixed methodological approach is adopted, with quantitative and qualitative data collected through structured questionnaires sent digitally. The results reveal severe limitations in access to essential services, such as health, sanitation, education, transportation and basic infrastructure. Despite this, there is a certain level of connectivity, such as access to electricity and internet signal. The analysis highlights the urgent need for integrated and intersectoral public policies to promote sustainable de-*

velopment, in line with the Sustainable Development Goals (SDGs), especially those numbered 3, 4, 6, 8 and 10. The work contributes to the academic and political debate by offering a current and well-founded portrait of the exclusion experienced by rural populations, highlighting the importance of social and territorial inclusion in the Brazilian context. In this sense, the study confirms the urgent need to develop and implement more inclusive, participatory and territorial public policies that take into account the specificities of rural areas of small farms. Overcoming the inequalities identified requires not only financial investment, but above all political will, strategic planning and active listening of the affected communities.
Keywords: *Rural areas. Sustainability. Social inclusion. Infrastructure.*

INTRODUÇÃO

A desigualdade socioeconômica nas áreas rurais é um desafio global que afeta milhões de pessoas, limitando o acesso a serviços básicos e oportunidades de desenvolvimento. A Agenda 2030 da ONU busca enfrentar esses desafios por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo a inclusão social e econômica em comunidades vulneráveis.

No Brasil, a situação das zonas rurais reflete essa realidade global, com dificuldades acentuadas pela desigualdade regional e pela distribuição desigual de recursos públicos. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), cerca de 30% da população rural enfrenta dificuldades de acesso a serviços básicos como saneamento e transporte, comprometendo seu bem-estar e desenvolvimento.

A ausência de investimentos estruturais impacta diretamente a qualidade de vida, agravando problemas de saúde, educação e geração de emprego nessas comunidades. Além disso, a desigualdade social nas áreas rurais está diretamente relacionada à dificuldade de acesso a oportunidades econômicas e sociais, evidenciando a necessidade de políticas públicas eficazes para garantir equidade (ODS 10).

No estado de Mato Grosso, que possui uma grande extensão territorial e uma economia fortemente baseada no agronegócio, as áreas rurais de chácaras enfrentam desafios específicos relacionados à infraestrutura e ao acesso a serviços essenciais. Estudos indicam que a carência de transporte público adequado e de escolas bem estruturadas contribui para a evasão escolar e dificulta o acesso ao mercado de trabalho (Silva;

Souza, 2022). Além disso, a precariedade no abastecimento de água potável e saneamento básico compromete a saúde da população rural.

No município de Matupá, localizado no norte do estado, a realidade das zonas rurais de chácaras reflete a precariedade estrutural e social enfrentada em outras partes do país. A falta de acesso a serviços essenciais, como saúde e educação, aliada à dificuldade de inserção no mercado de trabalho, compromete significativamente a qualidade de vida dos moradores. Conforme apontado por Santos *et al.* (2023), o desenvolvimento sustentável dessas comunidades depende de investimentos em políticas públicas eficazes e adaptadas às necessidades locais.

Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta estratégica para apoiar o desenvolvimento rural sustentável. Através do uso de sistemas inteligentes, é possível identificar padrões de exclusão social, otimizar o direcionamento de políticas públicas e ampliar o acesso a serviços essenciais mesmo em regiões remotas. Soluções baseadas em IA, como diagnóstico preditivo de saúde, monitoramento de recursos hídricos, plataformas educacionais adaptativas e análise de dados socioeconômicos, contribuem para mitigar desigualdades e promover inclusão. Ao integrar tecnologias de IA com ações governamentais e comunitárias, abre-se um caminho promissor para acelerar o alcance das metas da Agenda 2030, especialmente no que diz respeito aos ODS 3, 4, 6, 8 e 10.

Diante desse cenário, este estudo busca investigar como as dificuldades enfrentadas pelos moradores das zonas rurais de chácaras em Matupá impactam o desenvolvimento sustentável e a inclusão social, propondo soluções alinhadas aos ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e ODS 10 (Redução das Desigualdades). A análise será baseada em entrevistas com moradores, levantamento de dados e revisão bibliográfica, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Como destaca Amartya Sen (2010), o desenvolvimento deve ser entendido como um processo de ampliação das liberdades individuais, garantindo às pessoas acesso a condições básicas para uma vida digna.

Este estudo tem como objetivo geral analisar as dificuldades enfrentadas pelos moradores das zonas rurais de chácaras em Matupá (MT),

bem como seus impactos na sustentabilidade e inclusão social. Para atingir este objetivo, a pesquisa se propõe a: 1) identificar e avaliar os principais desafios relacionados à infraestrutura e ao acesso a serviços essenciais (como saúde, educação e saneamento) que afetam diretamente a qualidade de vida, o bem-estar e a inclusão social desses moradores; 2) utilizar a Inteligência Artificial (IA) como ferramenta de apoio na organização, sistematização e interpretação dos dados coletados, potencializando a precisão das análises e a capacidade investigativa da pesquisa; e 3) relacionar os problemas enfrentados por essa população às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, com foco nos seguintes ODS: 3 (Saúde e Bem-Estar); 4 (Educação de Qualidade); 6 (Água Potável e Saneamento); 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e 10 (Redução das Desigualdades).

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Infraestrutura e acesso a serviços básicos

A infraestrutura precária nas zonas rurais representa um dos maiores entraves ao desenvolvimento social e econômico sustentável dessas regiões. Segundo Abramovay (2007), a carência de serviços essenciais como água potável, energia elétrica, saneamento básico e acesso a vias de transporte em condições adequadas compromete a qualidade de vida e perpetua a exclusão social dos moradores rurais. A ausência desses recursos fundamentais afeta não apenas o cotidiano das famílias, mas também limita suas oportunidades de desenvolvimento produtivo e inserção econômica.

Santos (2006) argumenta que a desigualdade no acesso à infraestrutura básica compromete o exercício pleno da cidadania, refletindo a persistência de um modelo de desenvolvimento urbano-centrado. Além disso, o IBGE (2020) relata que mais de 30% da população rural brasileira não possui acesso à rede de esgoto adequada, e cerca de 20% enfrentam problemas frequentes de abastecimento de água, o que expõe essas populações a riscos sanitários significativos. Souza e Silva (2018) reforçam que o investimento em infraestrutura rural não deve ser visto apenas

como uma demanda técnica ou econômica, mas sim como um direito social e um instrumento de justiça territorial.

Outro ponto importante é o impacto da deficiência estrutural sobre o acesso à educação e saúde. De acordo com Lima *et al.* (2019), muitas crianças e jovens em áreas rurais têm dificuldades de frequentar escolas por falta de transporte escolar ou distância dos centros urbanos. O mesmo ocorre com os serviços de saúde, cuja escassez de unidades de atendimento e de profissionais contribui para agravar os indicadores de morbimortalidade nas comunidades rurais (Silva; Mendes, 2020).

Portanto, garantir o acesso equitativo à infraestrutura básica nas zonas rurais exige um esforço coordenado entre os diversos níveis de governo e uma política pública comprometida com a redução das desigualdades regionais.

1.2 Desenvolvimento sustentável e inclusão social

O conceito de desenvolvimento sustentável envolve o equilíbrio entre crescimento econômico, justiça social e conservação ambiental. Sachs (2004) enfatiza que o verdadeiro desenvolvimento sustentável não se limita à preservação ambiental, mas precisa promover a equidade e o bem-estar para todas as populações, especialmente as mais vulneráveis. No contexto rural, isso significa fomentar políticas que integrem a inclusão produtiva, o acesso a serviços e a valorização dos saberes e práticas locais.

Segundo Veiga (2010), a inclusão social é um componente fundamental do desenvolvimento sustentável, pois permite que os grupos historicamente marginalizados tenham voz ativa na construção de soluções para seus territórios. Essa inclusão exige o fortalecimento das capacidades locais, por meio de educação contextualizada, acesso à informação e incentivo à agricultura familiar e às economias solidárias. A Agenda 2030 da ONU (2015) reforça esse compromisso ao propor os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), cuja implementação pressupõe a participação ativa das comunidades e a superação das desigualdades socioeconômicas.

Porto-Gonçalves (2006) destaca que a inclusão social no meio rural está diretamente relacionada ao reconhecimento da diversidade cultural, dos modos de vida tradicionais e da relação intrínseca entre as comuni-

dades e seus territórios. Isso implica pensar políticas públicas que respeitem a especificidade rural e promovam a sustentabilidade em suas múltiplas dimensões – ecológica, econômica, social e política.

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável no campo não pode ser pensado a partir de uma lógica urbana, mas deve considerar as singularidades do espaço rural. Como afirmam Oliveira e Barbosa (2021), estratégias eficazes de inclusão social e sustentabilidade envolvem desde o acesso à terra e regularização fundiária até programas de capacitação técnica e inclusão digital.

1.3 Impactos da falta de políticas públicas nas zonas rurais

A ausência ou ineficácia de políticas públicas direcionadas às zonas rurais tem gerado impactos significativos na qualidade de vida das populações do campo. Carvalho (2011) observa que a carência de iniciativas governamentais estruturadas favorece o agravamento da pobreza rural, do desemprego e da insegurança alimentar, resultando frequentemente no êxodo rural e no esvaziamento das pequenas comunidades agrícolas.

Nesse contexto, a ausência de políticas intersetoriais agrava ainda mais esse quadro, criando uma espécie de "invisibilidade institucional" dessas populações no planejamento público (Abramovay, 2000).

De acordo com a FAO (2017), sem políticas públicas consistentes, os territórios rurais tendem a enfrentar maiores níveis de desigualdade, desnutrição e abandono escolar. Além disso, a precariedade da infraestrutura e a escassez de serviços essenciais são sintomas de uma negligência histórica que precisa ser revertida com ações integradas e sustentáveis. Segundo Monteiro e Almeida (2018), políticas públicas eficazes para o meio rural devem articular acesso a crédito, capacitação profissional, incentivo à agroecologia e infraestrutura básica.

Ademais, a falta de participação social nos processos decisórios impede que as reais necessidades das comunidades rurais sejam atendidas. Como destaca Diniz (2020), a gestão democrática e a construção coletiva das políticas são fundamentais para a efetividade das ações governamentais no campo. Por isso, repensar o papel do Estado na promoção da equidade territorial é essencial para garantir os direitos das populações rurais.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem quantitativa e qualitativa, de caráter descritivo e aplicado, com o propósito de investigar as principais dificuldades enfrentadas pelos moradores das zonas rurais de chácaras no município de Matupá-MT. A investigação está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com ênfase nas metas relacionadas à promoção da saúde, bem-estar, redução das desigualdades e infraestrutura básica.

Trata-se de um estudo de natureza aplicada, pois visa produzir conhecimento voltado à solução de problemas concretos que afetam comunidades rurais, contribuindo para políticas públicas sustentáveis. A abordagem descritiva permite observar, registrar, analisar e correlacionar fatos e fenômenos sem interferência direta, conforme proposto por Gil (2019). A técnica mista – quantitativa e qualitativa – possibilita identificar tanto padrões estatísticos quanto interpretações subjetivas relacionadas às condições de vida rural.

O estudo foi realizado no município de Matupá, situado no estado de Mato Grosso, com foco específico nas zonas rurais compostas por chácaras. Essas localidades caracterizam-se por uma combinação de uso habitacional e produtivo, e frequentemente enfrentam limitações quanto ao acesso a serviços básicos e à inserção produtiva. A escolha dessa área busca evidenciar os desafios de desenvolvimento sustentável e inclusão social em regiões periféricas.

A pesquisa teve como público-alvo os moradores proprietários de chácaras na zona rural de Matupá. A amostragem utilizada foi não probabilística por conveniência, composta por 30 respondentes, selecionados com base em sua disponibilidade e acesso aos meios digitais. A diversidade de perfis permitiu captar um panorama mais amplo sobre os desafios vivenciados pela população local, incluindo questões de infraestrutura, serviços públicos e condições de trabalho.

Vale citar que a coleta de dados foi realizada por meio de um formulário estruturado digital, elaborado com questões fechadas e abertas, enviado diretamente via aplicativo WhatsApp. Essa estratégia visou facilitar o alcance e a participação dos moradores, respeitando as limitações de deslocamento e conectividade da população rural. O questionário abordou temas como: infraestrutura (estradas, saneamento, energia),

acesso a serviços públicos (saúde, educação, transporte), inclusão social, contabilidade doméstica, empregabilidade e saúde ocupacional.

Destaca-se, ainda, o papel fundamental da Inteligência Artificial (IA) na análise e sistematização dos dados obtidos nas entrevistas. A utilização de ferramentas baseadas em IA permitiu o pré-processamento de respostas abertas, a identificação automática de padrões linguísticos e a organização temática dos relatos qualitativos. Além disso, algoritmos de análise de sentimento e classificação textual contribuíram para interpretar de forma mais ágil e precisa os discursos dos participantes. No campo quantitativo, a IA auxiliou na visualização e cruzamento inteligente de dados, otimizando a geração de relatórios analíticos e contribuindo para uma tomada de decisão mais informada. Assim, a integração da IA ao processo metodológico reforça o rigor científico da pesquisa e amplia sua capacidade de produzir diagnósticos mais completos e aplicáveis às políticas públicas.

Os dados quantitativos foram sistematizados e apresentados por meio de gráficos e tabelas estatísticas descritivas, utilizando recursos de planilhas eletrônicas. Já os dados qualitativos oriundos das respostas abertas foram interpretados com base na análise de conteúdo temática, conforme Bardin (2016), permitindo identificar recorrências e categorias que expressam os impactos sociais, econômicos e sanitários enfrentados pelos moradores das chácaras. Essa mescla de técnicas permitiu uma leitura mais completa das realidades vivenciadas na zona rural de Matupá-MT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo foi realizado em Matupá (MT), município situado a 670 km da capital, Cuiabá. A pesquisa abrangeu 43 moradores das áreas rurais – como sítios, chácaras e fazendas – que desenvolvem atividades agrícolas.

A metodologia de abordagem consistiu na aplicação de um questionário com perguntas estruturadas e objetivas. O objetivo era obter esclarecimentos sobre as práticas de sustentabilidade no município e seu impacto social, especialmente em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Foram priorizados os ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e ODS 10 (Redução das Desigualdades).

Destaca-se que as questões foram formuladas de forma simplificada para garantir a compreensão dos entrevistados e abordaram tópicos como: saúde, educação, transporte, saneamento, acesso à água potável, conectividade digital e incidência de doenças relacionadas ao ambiente e ao trabalho rural.

As respostas foram predominantemente de formato fechado, como "sim", "não", "parcialmente", "às vezes" e "não sei".

Este estudo analisa as dificuldades enfrentadas pelos moradores das zonas rurais de chácaras em Matupá, Mato Grosso, e seus impactos na sustentabilidade e inclusão social, à luz da Agenda 2030 da ONU. A pesquisa destaca as disparidades entre as condições de vida da zona rural e da zona urbana, evidenciando a limitação no acesso a serviços essenciais como saúde, educação, saneamento e infraestrutura, além da escassez de políticas públicas voltadas à agricultura familiar. A seguir apresentamos uma tabela sobre as perguntas referentes que foram aplicadas.

Quadro 1 - Descrição das variáveis aplicadas nas entrevistas

ODS (Eixo)	Descrição	Temática da pergunta	Quantidade de entrevistados	Tipos de pergunta
ODS 3	Saúde e bem-estar	Acesso à energia elétrica; Acesso à internet; Acesso a Hospital ou Clínica Médica; Doenças Respiratórias; Intoxicação por agrotóxicos; Doenças musculoesqueléticas; Doenças infecciosas; Doenças relacionadas ao contato com o solo ou matéria vegetal; Doenças transmitidas por roedores; Doenças dermatológicas; Doenças Cardiovasculares; Programa de Prevenção.	43	Objetiva
ODS 4	Educação de qualidade	Transporte Escolar; Escola acessível		
ODS 6	Água potável e saneamento	Pavimento seguro e conservado; Água potável ou fossas sépticas; Escassez de água; Coleta de lixo.		
ODS 8	Trabalho decente crescimento econômico	Presença de programas públicos de apoio à agricultura familiar; Acesso a mercados/Farmácias e Comércios; Acesso a Bancos e Lotéricas.		
ODS 10	Acesso desigual a serviços	Evidenciado por limitação		

Fonte: Elaborado pelos autores.

O gráfico acima apresenta as disparidades no acesso a serviços públicos essenciais entre os moradores das zonas rurais de chácaras em

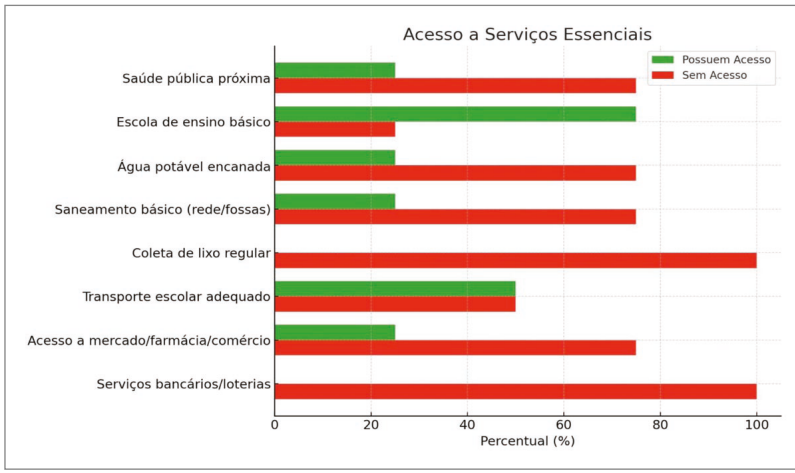
Matupá, Mato Grosso, e seus impactos na inclusão social e sustentabilidade, conforme os princípios da Agenda 2030 da ONU. A pesquisa, conduzida por meio de entrevistas via WhatsApp devido às dificuldades de acesso físico às áreas rurais, revela um cenário preocupante de exclusão estrutural, evidenciado por baixos índices de acesso a serviços básicos como saúde, educação, saneamento e infraestrutura.

- ***Saúde pública:*** apenas 20% dos entrevistados possuem acesso a unidades de saúde próximas, enquanto 80% enfrentam dificuldades significativas para obter atendimento médico.
- ***Educação:*** embora cerca de 80% dos moradores tenham acesso à educação, aproximadamente 20% não têm esse acesso, evidenciando lacunas na oferta educacional na zona rural.
- ***Água potável:*** apenas 20% dos entrevistados têm acesso à água potável encanada, enquanto 75% dependem de fontes alternativas, como poços artesianos ou cisternas.
- ***Saneamento básico:*** a situação é alarmante, pois 100% dos entrevistados não têm acesso à coleta de lixo, evidenciando uma falha crítica na infraestrutura sanitária.
- ***Transporte:*** 50% dos moradores consideram o transporte adequado, enquanto os outros 50% enfrentam dificuldades significativas de locomoção.
- ***Comércio e serviços:*** apenas 25% dos moradores têm acesso a mercados, farmácias e lotéricas, enquanto 75% não possuem esse acesso, refletindo a falta de infraestrutura comercial na zona rural.
- ***Serviços bancários:*** 100% dos entrevistados afirmaram não possuir acesso a serviços bancários ou lotéricas, evidenciando uma exclusão financeira significativa.

Os dados (Figura 2) são apresentados da seguinte forma: a porcentagem de acesso é indicada em verde, enquanto a porcentagem sem acesso é mostrada em vermelho.

Com base nos dados coletados com os moradores das chácaras na zona rural de Matupá-MT, observa-se um panorama de exclusão estrutural devido às disparidades significativas no acesso a serviços públicos essenciais. Os resultados demonstram claramente que, embora haja alguns avanços, persistem importantes déficits que comprometem diretamente o bem-estar e a qualidade de vida dessas populações.

Figura 2 - Relação das informações sobre os serviços essenciais para os moradores das zonas rurais de Matupá



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em termos de conectividade, os resultados demonstram progresso: 75% das residências possuem acesso à energia elétrica, e 100% afirmaram ter algum tipo de sinal de celular ou internet, o que representa um importante passo para a inclusão digital e comunicação. No entanto, vale destacar que o tipo, a estabilidade e a velocidade da conexão não foram aferidos, sendo possível que esse acesso ainda seja limitado ou inadequado às necessidades da vida cotidiana e da produção rural.

Por outro lado, os demais indicadores escancaram a precariedade dos serviços essenciais. O transporte escolar, vital para garantir o acesso à educação, é considerado inadequado por 50% dos entrevistados, o que pode comprometer a frequência e a aprendizagem dos estudantes. Esse dado é alarmante quando correlacionado ao acesso a escolas de ensino básico: embora 75% relatem sua existência próxima, o transporte deficiente representa uma barreira prática de acesso.

A situação é ainda mais crítica no tocante ao abastecimento de água potável e ao saneamento básico. Apenas 25% dos moradores têm acesso à água encanada potável, e o mesmo percentual afirma possuir algum tipo de saneamento (rede ou fossas sépticas). Isso significa que 75% da população rural entrevistada convive com condições inadequadas de higiene,

o que representa não apenas uma violação de direitos humanos fundamentais, como também um fator de risco para doenças de veiculação hídrica e outras enfermidades relacionadas à falta de saneamento.

A coleta de lixo regular inexiste – 100% dos entrevistados afirmaram que o serviço não é realizado com frequência. Essa ausência acarreta impactos ambientais, como o acúmulo de resíduos em locais impróprios, além de efeitos sanitários, como a proliferação de vetores de doenças. Associado a isso, observa-se a ausência total de acesso a serviços bancários e lotéricas (0%), o que restringe a autonomia financeira dos moradores e dificulta transações básicas como recebimento de benefícios sociais, pagamento de contas e acesso a crédito.

No setor de saúde, apenas 25% dos entrevistados relataram a existência de postos ou unidades próximas. Isso implica que 75% da população precisa se deslocar por longas distâncias para obter atendimento médico, o que, aliado à precariedade do transporte, torna o acesso à saúde um desafio cotidiano. A situação é agravada pela constatação de enfermidades recorrentes entre os moradores, como lombalgias, problemas respiratórios e outras condições associadas ao trabalho rural e à exposição ambiental. Essas enfermidades reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à saúde do trabalhador do campo, incluindo campanhas de prevenção, atendimento periódico e ações de vigilância sanitária.

Em contraste com esse cenário de precariedade, um dado positivo emerge: 75% dos entrevistados mencionaram a existência de programas de apoio à agricultura familiar. Isso demonstra que, apesar das lacunas em outros setores, há iniciativas em curso para fomentar a produção rural. Contudo, o apoio à produção não pode ser dissociado do suporte social e estrutural: saúde, educação, saneamento, mobilidade e conectividade precisam caminhar juntos para garantir condições dignas e sustentáveis de permanência no campo.

Portanto, os dados revelam a urgência de políticas públicas integradas que articulem infraestrutura básica, serviços sociais e apoio produtivo de forma coordenada. É imprescindível que o poder público, em suas diferentes esferas, desenvolva estratégias territoriais que reconheçam as especificidades da zona rural e promovam a inclusão plena de seus moradores. A superação dessas desigualdades exige planejamento, investimento e, sobretudo, vontade política.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam um quadro alarmante de exclusão estrutural e social nas zonas rurais de chácaras do município de Matupá-MT. Apesar de avanços pontuais, como o acesso quase universal à energia elétrica e à conectividade digital básica, persistem graves carências em serviços essenciais, como saneamento básico, abastecimento de água potável, saúde, educação e transporte público. Essas deficiências impactam diretamente a qualidade de vida, a saúde e as oportunidades de desenvolvimento econômico e social da população rural, configurando um cenário de flagrante violação de direitos humanos e cidadania.

As análises demonstram que, embora existam programas de incentivo à agricultura familiar, essas ações não são suficientes para assegurar a inclusão social e a sustentabilidade das comunidades locais. O desenvolvimento rural sustentável, conforme preconizado pela Agenda 2030 da ONU e seus ODS, exige uma abordagem integrada e intersetorial, que envolva desde a melhoria da infraestrutura básica até o fortalecimento da capacidade produtiva e a valorização da diversidade sociocultural das comunidades rurais.

Nesse sentido, o estudo confirma a necessidade urgente de elaboração e implementação de políticas públicas mais inclusivas, participativas e territoriais, que contemplem as especificidades das zonas rurais de chácaras. A superação das desigualdades identificadas requer não apenas investimentos financeiros, mas sobretudo vontade política, planejamento estratégico e a escuta ativa das comunidades afetadas.

Destaca-se, ainda, o papel da Inteligência Artificial (IA) como ferramenta de apoio na sistematização, organização e análise dos dados obtidos. A utilização da IA contribuiu significativamente para identificar padrões, consolidar informações e estruturar as evidências de forma objetiva e acessível, o que reforça seu potencial como aliada na produção de conhecimento científico e na formulação de políticas públicas mais eficazes e orientadas por dados. O uso da IA, nesse contexto, demonstra como a tecnologia pode ser aplicada em benefício da pesquisa social e da promoção da equidade territorial.

Por fim, espera-se que esta pesquisa contribua para o debate acadêmico e para a formulação de políticas públicas que visem à promoção da equidade social e do desenvolvimento sustentável em Matupá e em contextos semelhantes do Brasil. O fortalecimento da cidadania e da dignidade dessas populações deve ser priorizado como parte essencial da construção de uma sociedade mais justa, inclusiva e sustentável.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. **Função social da propriedade rural e direito ambiental**. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer, 2000.

ABRAMOVAY, Ricardo. **Agricultura familiar e desenvolvimento territorial**. Campinas: UNICAMP, 2007.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Edição revista e ampliada. São Paulo: Edições 70, 2016.

CARVALHO, Maria do Carmo. **Desigualdade e pobreza no Brasil rural:** um desafio para as políticas públicas. São Paulo: Annablume, 2011.

DINIZ, Maria Lúcia. **Participação social e políticas públicas no meio rural**. São Paulo: Cortez, 2020.

FAO. **O estado da segurança alimentar e nutricional no mundo 2017:** fortalecer a resiliência para a paz e a segurança alimentar. Roma: FAO, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. 2020.

LIMA, F. J.; MOURA, L. M.; BARROS, R. S. Educação rural e desigualdades territoriais: desafios para políticas públicas. **Revista Educação e Sociedade**, v. 40, n. 147, e206758, 2019.

MONTEIRO, Ana Cláudia; ALMEIDA, José Gabriel. **Políticas públicas para o desenvolvimento rural sustentável**. Rio de Janeiro: FGV, 2018.

OLIVEIRA, Pedro; BARBOSA, Clara. **Inclusão social e sustentabilidade no campo**. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo:** a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque: ONU, 2015.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização:** o rural e o urbano nos territórios da modernidade. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento includente, sustentável e sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SANTOS, M. E.; PEREIRA, R. M.; SILVA, A. F. O desenvolvimento sustentável no interior de Mato Grosso: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Rural**, v. 11, n. 4, p. 88-101, 2023.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 2006.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SILVA, J. F.; MENDES, M. R. Desigualdade no acesso à saúde em áreas rurais: uma análise regional. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3683-3692, 2020.

SILVA, J. F.; SOUZA, F. C. Desafios da educação no campo: uma análise das zonas rurais de Mato Grosso. **Revista de Educação Rural**, v. 12, n. 2, p. 102-115, 2022.

SOUZA, L. P.; SILVA, A. G. A infraestrutura rural e o desenvolvimento sustentável: análise crítica. **Revista de Engenharia e Meio Ambiente**, v. 15, n. 1, p. 40-50, 2018.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável:** o desafio do século XXI. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

TRAJETÓRIA INSTITUCIONAL DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE PRIMAVERA DO LESTE E A CONSOLIDAÇÃO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL PÚBLICA EM PRIMAVERA DO LESTE

Thiago Maia Sayão de Moraes
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Mato Grosso
thiagomoraes@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/9586320514629725

Verônica Silva de Albuquerque
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Mato Grosso
veronicaalbuquerque@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/9528729585545334

Willians Ribeiro Mendes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
willians.mendes@ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/3447942477539493

Adriana Tomasoni
Conselho Estadual de Educação de Mato Grosso
adriana.tomasoni@edu.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/3667034764742876

Diogo Albino de Queiroz
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Mato Grosso
diogoqueiroz@secitec.mt.gov.br - http://lattes.cnpq.br/2085236429418378

Raul Tavares Cecatto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
raul.tavares@ifmt.edu.br - http://lattes.cnpq.br/3337450965056307

Resumo: A educação profissional e tecnológica é fundamental para o desenvolvimento social e econômico, e tem sido percebida no contexto nacional e estadual em Mato Grosso. O município de Primavera do Leste tem se destacado economicamente, nas últimas décadas, ao agregar valor por meio da industrialização e serviços relacionados ao agronegócio, em paralelo a investimentos significativos na educação profissional, com enfoque em cursos técnicos. Considerando a trajetória relevante para a institucionalização e avaliação de sua maturidade, este estudo objetiva traçar a institucionalização da educação profissional em Primavera do Leste por meio de uma pesquisa bibliográfica e documental enfocada na oferta mais atual pelos poderes públicos estadual e federal. Entre os achados, a pesquisa aponta para a consolidação da oferta no município, evidenciando a estabilidade dos cursos promovidos pelo Instituto Federal de Mato Grosso, em paralelo à expansão das iniciativas da Escola Técnica Estadual de Primavera do Leste.
Palavras-chave: Educação Profissional e Tecnológica. Primavera do Leste. Institucionalização.
Abstract: *Professional and technological education is fundamental for social and economic development, and has been perceived in the national and state context in Mato Grosso. The municipality of Primavera do Leste has stood out economically in recent decades by adding value through industrialization and*

services related to agribusiness, in parallel with significant investments in professional education, with a focus on technical courses. Considering the relevant trajectory for the institutionalization and assessment of its maturity, this objective study traces the institutionalization of professional education in Primavera do Leste through documentary research focused on the provision by state and federal public authorities. Among the findings, the research points to the consolidation of the offer in the municipality, noting a stability in the offer of courses by the Instituto Federal de Mato Grosso, in parallel with a growing offer by the Escola Técnica Estadual de Primavera do Leste.
Keywords: *Professional and Technological Education. Primavera do Leste. Institutionalization.*

INTRODUÇÃO

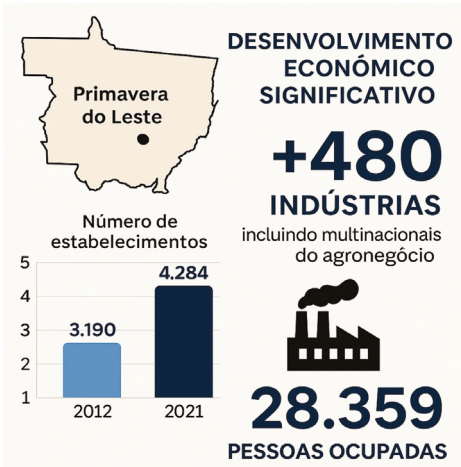
A educação profissional e tecnológica (EPT) planejada a partir do contexto regional é fundamental para o desenvolvimento econômico e social. Reconhecendo essa importância, o Plano Nacional de Educação (Brasil, 2024) que foi prorrogado para 2025, destaca, entre suas metas, a 10, de "oferecer, no mínimo, 25% (vinte e cinco por cento) das matrículas de educação de jovens e adultos, nos ensinos fundamental e médio, na forma integrada à educação profissional", e pela Meta 11, de "Triplicar as matrículas da educação profissional técnica de nível médio, assegurando a qualidade da oferta e pelo menos 50% (cinquenta por cento) da expansão no segmento público". Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) têm historicamente assumido esse papel estratégico em sua implementação em nível nacional (Pacheco *et al.*, 2010).

Em Mato Grosso, no âmbito estadual, a implementação da educação profissional e tecnológica está sob a responsabilidade da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação - Seciteci (Mato Grosso, 2016), que vem, nos últimos anos, implementando ações efetivas para elevar a oferta de vagas na EPT. Nesse cenário progressista, Primavera do Leste passa a fazer parte das ações de implementação da Seciteci.

O desenvolvimento econômico robusto de Primavera do Leste, com sua forte vocação para o agronegócio e a indústria – com mais de 480 indústrias, conforme a Figura 1, posiciona o município como um epicentro para a aplicação e o impacto da Inteligência Artificial (IA). A presença de grandes multinacionais do agronegócio e os planos de expansão

da Federação das Indústrias (FIEMTE, 2025) na região significam que a influência da IA nesses setores não é uma abstração distante, mas uma realidade local e imediata.

Figura 1 - Desenvolvimento econômico significativo do município de Primavera do Leste-MT



Fonte: Autoria própria.

Vale destacar que a automação inteligente, o monitoramento de safras e a gestão eficiente de recursos hídricos, impulsionados pela IA, já são uma realidade no agronegócio brasileiro (De Castro Jorge, Lucio André *et al.* 2024). Isso exige que os cursos técnicos em Primavera do Leste reflitam essa especificidade, preparando os alunos para as demandas tecnológicas que já se manifestam no cotidiano produtivo da região. Esse cenário impõe uma pressão significativa sobre as instituições de EPT. A Meta 11 do PNE, que foca na expansão quantitativa de matrículas, precisa ser interpretada em conjunto com a imperativa necessidade de redefinir a qualidade e o conteúdo da formação.

O crescimento no número de pessoal ocupado entre 2012 e 2021, passando de 3.190 para 4.284 empresas e de 18.357 para 28.359 pessoas ocupadas, respectivamente, gera uma demanda contínua e crescente por mão de obra qualificada (IBGE, 2021). O fortalecimento da Escola Técnica Estadual de Primavera do Leste (ETEC/Primavera do Leste) e a atu-

ação consolidada do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) Campus Primavera do Leste representam respostas estratégicas a essa necessidade, inserindo-se no contexto de uma sociedade contemporânea e cada vez mais digital.

À medida que as indústrias se instalam na cidade, necessita-se de mão de obra qualificada para suprir as demandas locais e regionais. Sendo assim, para além do potencial e desenvolvimento do agronegócio, agropecuária, pecuária, agricultura, indústria e agroindústria, setor de serviços modernos, mineração e turismo, o município de Primavera do Leste possui uma infraestrutura consolidada em diferentes áreas, tais como na saúde e educação.

A cidade de Primavera do Leste (MT) consolidou-se como um relevante polo regional das artes cênicas, com destaque para o Festival Velha Joana, realizado desde 2007, que mobiliza artistas locais e nacionais em apresentações teatrais de grande porte e expressiva participação popular (Festival Velha Joana, 2023). Grupos como o Teatro Faces, fundado em 2005, têm desempenhado papel central na formação artística de jovens e na valorização da linguagem teatral como expressão sociocultural (Associação Teatro Faces, 2023).

Nesse contexto, a criação de um curso técnico em Teatro no município representaria uma ação estratégica para fortalecer essa cadeia produtiva, promover a profissionalização de talentos locais e garantir a continuidade de eventos e produções artísticas. Essa proposta dialoga com políticas públicas estaduais de fomento à formação profissional na área, como exemplificado pela MT Escola de Teatro, iniciativa que qualifica artistas e técnicos em artes cênicas no estado (Mato Grosso, 2023).

Com esta breve contextualização, observa-se que vários aspectos dos contextos histórico e social são de grande relevância, pois contemplam o cotidiano da população, como é o caso do setor educacional, que consequentemente contribui para o funcionamento e desenvolvimento do município. A educação de qualidade é fator primordial, sobre o qual o gestor público deve ter detida atenção, especialmente no que tange à educação profissional e tecnológica. As escolas técnicas estaduais são estabelecidas objetivando, assim, a formação de profissionais competentes e habilitados para o mercado de trabalho, para que atendam à grande demanda de mão de obra existente; e isso se dá por meio do ensino técnico.

Em Primavera do Leste, a implantação do Instituto Federal ocorreu a partir de 2011 com o termo de compromisso entre a Prefeitura Municipal e o Ministério da Educação, com as aulas iniciando em 2014 em cursos regulares (IFMT Campus Primavera do Leste, 2025). Nesse sentido, o IFMT atua como importante ente do poder público na EPT no município, em conjunto com a Seciteci, atualmente por meio ETEC/Primavera do Leste, com sede própria.

A implantação da ETEC/Primavera do Leste está inserida nesse contexto de desenvolvimento que é de uma sociedade contemporânea e digital, pautada nos ideais neoliberais de desenvolvimento de mercado. Nessa perspectiva, a legislação da Educação Básica, no caso, a LDB nº 9.394, 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da educação) insere a modalidade Educação Tecnológica e Profissional (EPT) enquanto quarta trilha, possibilitando aos alunos a formação profissional e "o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho" (Brasil, 1996, art. 2º).

No estado de Mato Grosso, soma-se um total de 17 escolas técnicas, que funcionam em diversas regiões do estado, tendo por modalidade de oferta: cursos concomitante e intercomplementar, em parceria com a Secretaria de Estado de Educação (Seduc), no eixo Recursos Naturais, iniciada em 2024, e subsequente no período noturno. Alguns mapeamentos sobre a Educação Profissional e Tecnológica em Mato Grosso já foram realizados, dos quais destacam-se os exemplares dos últimos três anos da Revista de Educação Ciência e Tecnologia, que aborda parte da educação profissional em Poxoréu, município limítrofe de Primavera do leste, conforme Paludetto *et al.* (2023) e Moraes *et al.* (2022). As reflexões acerca daquele município suscitam a compreensão acerca da EPT também em Primavera do Leste, município mais desenvolvido economicamente de sua região.

O presente artigo objetiva compreender a institucionalização, implementação e funcionamento da Escola Técnica Estadual de Educação Tecnológica e Profissional de Primavera do Leste-MT e seu impacto no contexto da oferta da EPT no município. A partir disso, investiga-se o desenvolvimento institucional da ETEC, como forma de possibilitar avaliar impactos potenciais na sociedade dessa cidade e região. Utilizam-se, portanto, para esta pesquisa, documentos institucionais, que possibilitam a análise dessa trajetória.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Institucionalização e a Educação Profissional

A institucionalização é um fenômeno que explica, por meio da teoria institucional, como são estabelecidos, mantidos e adaptados os hábitos e rotinas institucionais, posicionando essa teorização como central para a administração pública. Esse fenômeno foi iniciado por grandes autores como Selznick (1971), Berger e Luckmann (1967), Meyer e Rowan (1977) e ainda vem sendo teorizado hodiernamente. Uma perspectiva dessa teoria institucional, sugestiva para esse setor, é o *path dependence*, que centraliza a institucionalização na dependência de trajetória, numa lente histórica (De Moraes; Sousa, 2024) e supera a orientação pela escolha racional ao abarcar o tempo como consolidador de decisões para a teoria organizacional (Sydow *et al.*, 2020). Para essa análise da trajetória e os mecanismos de sua dependência, três fases são propostas por Sydow *et al.* (2000).

A Fase I, Fase de Pré-Formação, ocorre quando uma decisão é tomada, considerando a ampla variedade de escolhas permitidas por aquele contexto social. A partir dessa ação imprevisível, ou evento inicial, apenas ganha importância se provoca processos de autorreforço. Assim, as escolhas são reversíveis e os desdobramentos da ação, imprevisíveis.

A Fase II, Fase de Formação, considera um estreitamento de opções em face das dinâmicas desencadeadas da fase anterior. O curso da ação vai ficando mais difícil de reversão e começa uma dinâmica de autorreforço, ou seja, os retornos são crescentes e fomentam que a ação ocorra novamente, ou ainda o autorreforço pode ser fruto de reações emocionais, vieses cognitivos ou processos políticos. Um caminho dominante vai sendo amadurecido, diminuindo as possibilidades de alternativas. Os atores organizacionais, suas decisões e práticas vão se tornando dependentes do caminho dominante. Os efeitos de autorreforço nem sempre são separados, podem ocorrer em conjunto ou em sobreposição.

Na Fase III, Fase de Aprisionamento, a restrição se torna mais rígida, provocando um aprisionamento organizacional. O caminho dominante ganha caráter determinístico. Assim, há o risco de a organização se tornar ineficiente, pois, à medida que se aprisiona, também ficará sem capacidade de responder à mudança; tornando-se um problema estratégico.

Sendo assim, para melhor compreender sobre o processo de institucionalização da modalidade da Educação Profissional e Tecnológica em Mato Grosso, será feito um recuo histórico, trazendo as primeiras divulgações de implementação, desde o ano de 2006 até os dias atuais (2024). Ainda, as resoluções e portarias que regulamentam essa modalidade, desde o ano de 2006 até 2024. No ano de 2006, na participação a convite em um Seminário Nacional[1] realizado em Recife, no dia 1º de dezembro, a secretária de Ciência e Tecnologia, Flávia Nogueira, reiterou que "Mato Grosso é reconhecido no Brasil inteiro como um dos Estados onde tem dado certo a proposta de Educação Profissional", sendo redirecionada esta política pela autarquia do Centro Profissional em Tecnologia (Ceprotec).

Por meio da Resolução nº 169/06 - CEE/MT, tornaram-se oficiais as normas para o credenciamento, recredenciamento, autorização e renovação de autorização para funcionamento de cursos de Educação Profissional Técnica de nível médio para o Sistema Estadual de Ensino.

Nessa mesma direção, em ano posterior (2007), o superintendente de Educação Profissional da Secitec, Jefferson Monteiro da Silva, destaca que:

> Mato Grosso tem um histórico de avanços na Educação Profissional e temos ótimas perspectivas para os próximos anos. Além do Ensino Médio Integrado, já temos assegurado, por meio do Brasil Profissionalizado, programa do governo federal, e de recursos do próprio Estado, a construção e estruturação de mais 10 escolas de educação profissional e tecnológica.

Em 2008, o estado de Mato Grosso aderiu ao Ensino Médio Integrado à Educação Profissional (EMIEP), com a retomada do ensino profissionalizante às escolas públicas estaduais. Essa modalidade de ensino é relevante por permitir que os alunos combinem conhecimentos técnicos com os do currículo básico na construção de suas competências profissionais.

Mais recentemente, notam-se, a partir de 2023/2024, documentos oficiais que legislam sobre a EPT em MT, tais como: a Resolução Normativa 07/2023, que "fixa as normas para a oferta da Educação Básica, na modalidade Educação Profissional de Nível Médio Técnico para o Sis-

[1] Disponível em: https://www5.sefaz.mt.gov.br/-/educacao-profissional-em-mato-grosso-e-referencia. Acesso em: 10 mar. 2025.

tema Estadual de Ensino"; a Resolução 09/2023, que dispõe sobre as normas para a Educação Básica no Sistema Estadual de Ensino; a Resolução 012/2024, que dispõe sobre as normas para o funcionamento da Educação Básica na modalidade de Educação a Distância (EAD); e a Portaria nº 041/2024, que dispõe sobre a formalização de parcerias entre o poder público e as instituições de ensino para a oferta de Itinerários Formativos através da EPT. Assim, no documento do Conselho Estadual de Educação de Mato Grosso, a Resolução Normativa 09/2023, art. 66, direciona que a:

> Educação Profissional Técnica de Nível Médio tem por finalidade proporcionar ao estudante formação integral que contribua para o aperfeiçoamento do pensamento crítico e o desenvolvimento de aptidões, para o exercício de atividades produtivas requeridas pelo mundo do trabalho, com base nos fundamentos científico-tecnológicos (Conselho Estadual de Educação, 2023, p. 51).

Na nova estrutura curricular do Novo Ensino Médio, a Educação Profissional e Tecnológica é uma opção de Trilha de Aprofundamento dos Itinerários Formativos, denominada Trilha de Aprofundamento em EPT do Ensino Médio, ofertada de maneira concomitante e intercomplementar. O estudante, ao optar por essa trilha de aprofundamento, além da flexibilidade e direito de escolha, conta com mais opções para o seu processo de formação: seja de conhecimentos técnicos/teóricos ou vivências práticas.

Nesse cenário, a institucionalização da Escola Técnica Estadual de Educação Tecnológica e Profissional (ETEC) de Primavera do Leste-MT insere-se em um contexto mais amplo de ampliação da oferta de EPT no Brasil, visando atender às demandas locais de formação técnica e ao fortalecimento da inserção dos jovens no mercado de trabalho. No entanto, embora exerça papel relevante na qualificação técnica de nível médio, a ETEC apresenta limitações estruturais e acadêmicas quando comparada a instituições federais como o IFMT, especialmente no que se refere à verticalização do ensino. A ETEC, por estar vinculada à rede estadual de ensino, não dispõe de estrutura para oferta de cursos *stricto sensu*, o que restringe sua atuação no campo da pesquisa aplicada e da formação de alto nível para atuação em ciência, tecnologia e inovação.

Em contrapartida, o IFMT campus Primavera do Leste tem consolidado sua posição como um polo formador de recursos humanos altamente qualificados na região, especialmente com a implantação do Programa de Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (Profnit*). O Profnit*, coordenado nacionalmente pelo Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (Fortec), é um programa *stricto sensu* em rede nacional que visa à formação de profissionais aptos a atuar nas competências dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), e em ambientes promotores de inovação (Brasil, 2019).

Cabe salientar que a presença desse mestrado no IFMT insere a instituição em uma lógica de formação profissional voltada para o desenvolvimento científico-tecnológico, criando sinergias com o setor produtivo e promovendo a transferência de conhecimento e tecnologia – aspectos ausentes na atuação da ETEC.

Assim, ao se analisar o desenvolvimento institucional das duas instituições, percebe-se que, embora ambas desempenhem papel estratégico na oferta de EPT no município de Primavera do Leste, o IFMT se diferencia por sua inserção na política nacional de ciência, tecnologia e inovação, por meio de programas como o Profnit*, que articulam ensino, pesquisa aplicada e extensão tecnológica (Pereira; Santos, 2022). Essa característica confere ao IFMT uma capacidade singular de impacto social e econômico, sobretudo ao promover soluções inovadoras para problemas locais, formar profissionais com competências para atuação em ecossistemas de inovação e contribuir diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa possui caráter exploratório, descritivo. As informações foram coletadas, organizadas e analisadas buscando compreender o contexto institucional em ascensão da oferta da EPT em Primavera do Leste, e especialmente da ETEC/Primavera do Leste. Segundo Gil (1991, p. 45), a pesquisa documental exploratória "tem como objetivo propor-

cionar maior familiaridade com o problema". Essa busca pelo conhecimento do tema é necessária para construir algumas hipóteses.

Entende-se este trabalho enquanto uma pesquisa de natureza descritiva (Gil (1991), tendo por objetivo principal proceder com uma análise detalhada e descritiva do objeto de estudo. Nessa direção, o procedimento técnico adotado é a pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é construída tomando como suporte materiais já elaborados: livros, teses, dissertações, artigos científicos, sendo o canal de transmissão geralmente a internet, possibilitando o fácil acesso "[...] dos documentos pertinentes disponibilizados sobre um assunto" (Lakatos; Marconi, 2003, p. 182). Dessa forma, para Lakatos e Marconi (2003, p. 183): "[...] a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras".

Assim, para levantar o contexto da EPT no município de Primavera do Leste foi realizada consulta no site do Conselho Estadual de Educação (http://sigeduca.seduc.mt.gov.br/) buscando mapear as instituições e os cursos técnicos ofertados com enfoque na rede estadual e respectivos atos autorizativos, bem como foi efetivado um mapeamento da atuação da Rede Federal pela Plataforma Nilo Peçanha (https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp) e pelo site do IFMT Campus Primavera do Leste (https://pdl.ifmt.edu.br/inicio/), onde foram verificados os projetos pedagógicos de seus cursos técnicos e respectivos períodos de oferta, além de outros cursos novos.

Em relação ao cenário específico da ETEC/Primavera do Leste, foram levantados os documentos relativos à estrutura da escola, equipe gestora e número de professores e técnicos de apoio, pelo Diário Oficial do Estado. Também foi acompanhado o perfil da instituição na rede social Instagram, a fim de mapear inicialmente sua influência por meio do número de seguidores, com dados oferecidos pela plataforma Metricool (metricool.com).

Os dados foram analisados buscando traçar uma trajetória longitudinal identificando as fases da institucionalização na EPT em Primavera do Leste e em cada um de seus principais ofertantes, IFMT e Seciteci.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa aponta que a trajetória da Educação Profissional em Primavera do Leste, acompanhando o Plano Nacional de Educação, vem sendo amadurecida nos últimos anos, considerando o número de cursos e respectiva demanda crescente atendida. Nesse sentido, há um estágio de institucionalização além da fase de pré-formação, considerando que existe uma significativa adoção da EPT no município, com sinais de amadurecimento significativo associado ao número de ofertas por meio do crescente número de cursos e instituições ofertantes.

Em relação à ETEC/Primavera do Leste, o estágio de amadurecimento institucional vem se desenvolvendo, em que pese a demora na composição de equipe para além da direção escolar, sinalizando alguma falta de programação e atraso no que tange ao início das atividades escolares, conforme as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Composição da Equipe de Gestão ETEC/Primavera do Leste

Nome	Cargo	Período em Exercício
Iltenir Ferreira de Queiroz de Moura	Diretora da Escola Técnica Estadual de Primavera do Leste	23/12/2022 a atual
Diana de Lourdes Pizzi Dal Piva	Coordenadora de Desenvolvimento Educacional	19/07/2023 a 05/07/2024
Marco Aurélio da Silva Arlindo	Coordenador de Integração Escola e Comunidade	04/09/2023 a atual
Thiago Maia Sayão de Moraes	Gerente de Apoio Pedagógico	08/02/2024 a atual
Giovana de Oliveira Duarte Ribeiro	Coordenadora de Desenvolvimento Educacional	16/07/2024 a atual

Fonte: Autoria própria (baseado no Diário Oficial).

Tabela 2 - Cursos e Atos Autorizativos da ETEC/Primavera do Leste

Ato	Vigência da Autorização do Curso e Ato CEE/MT
Credenciamento para Educação Básica	01/01/24 Ato 000773/2023
Autorização Técnico em Agronegócio	02/02/24 a 02/02/28 Ato 00087/2024
Autorização Técnico em Recursos Humanos	22/01/24 a 22/01/28 Ato 00012/2024
Autorização Técnico em Administração	12/12/24 a 12/12/28 Ato 000945/2024
Autorização Técnico em Agroindústria	12/12/24 a 12/12/28 Ato 000946/2024

Fonte: Autoria própria (baseado em pesquisa SIPE / CEE)

Ainda que se note o credenciamento da ETEC/Primavera do Leste para o início do ano letivo de 2024, percebe-se sua existência no sistema do ponto de vista da Organização Institucional da Seciteci. A partir do Decreto nº 2345 (Mato Grosso, 2010), a Escola Técnica Estadual de Educação Profissional e Tecnológica de Primavera do Leste passa a compor a estrutura organizacional da Secretaria. No entanto, ainda que a atuação nesse período possa contribuir para a compreensão da institucionalização da ETEC e da EPT em Primavera do Leste, essa atuação não é foco do presente estudo.

Em relação à atuação e atribuição docente, a ETEC apresenta uma ampla variedade de perfis profissionais, no entanto, com alguns casos não coincidentes com os inícios de período letivo, podendo sugerir falha no processo, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Perfis docentes e período em exercício

Nome	Perfil Docente	Período em Exercício
Romulo Rodrigues de Araujo	Contrato – Informática (20h)	15/01/2024 a atual
Verônica Silva de Albuquerque	Efetivo – Letras (30h)	23/01/2024 a atual
Thiago Maia Sayão de Moraes	Efetivo – Administração (30h)	25/01/2024 a atual
Monica Aparecida Minato	Contrato – Contabilidade (30h)	01/02/2024 a 01/07/2024
Wania Macedo	Contrato – Administração (20h; 30h a partir de 12/09/2024)	01/04/2024 a atual
Claudia Nardi	Contrato – Agronomia (20h)	12/07/2024 a atual
Severino Breda da Silva	Contrato – Contabilidade (30h)	01/08/2024 a atual
Larissa Schmidt	Contrato – Agronomia (20h)	01/08/2024 a atual
Sirino da Silva Martins Júnior	Contrato – Informática (20h)	12/09/2024 a atual
Daniela da Costa Vaz Zatarin	Contrato – Agronomia (20h)	15/01/2025 a atual
Kenef Fernanda Felipe	Contrato – Recursos Humanos (20h)	03/02/2025 a atual
Graziela Leal Sousa	Contrato – Alimentos (20h)	14/02/2025 a atual

Fonte: Autoria própria (baseado no Diário Oficial).

Destaca-se que os primeiros cursos ofertados, de forma concomitante e intercomplementar, foram: o curso Técnico em Agronegócio e Técnico em Recursos Humanos, no ano de 2024, compondo duas turmas de cada curso nos períodos matutino e vespertino, totalizando 339 alunos matriculados.

No segundo semestre letivo do referido ano, por meio de processo seletivo, Edital nº 03/2024, foram selecionados alunos por meio de aplicação de provas objetivas, em cada polo das Escolas Técnicas Estaduais. Na ETEC/Primavera do Leste, foram selecionados alunos para a forma subsequente, no período noturno, sendo duas turmas, Curso Técnico em Agronegócio e Técnico em Recursos Humanos.

No ano letivo de 2025, foram inseridos os cursos: Técnico em Administração e Técnico em Agroindústria, ofertados em cursos concomitante e intercomplementar. São ofertadas cinco turmas, período matutino, duas turmas do curso Técnico em Agronegócio, uma turma do curso Técnico em Agroindústria, uma turma do curso Técnico em Administração, uma turma do curso Técnico em Recursos Humanos. No período vespertino, são ofertadas três turmas: duas turmas do curso Técnico em Agronegócio e uma turma do curso Técnico em Agroindústria.

A proposta de formação técnica na ETEC/Primavera do Leste reflete diretamente os arranjos produtivos locais (APLs), com destaque para os setores de agroindústria, agronegócio e serviços administrativos. Essa aderência entre a oferta formativa e a realidade econômica é evidenciada nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) implantados, que foram elaborados a partir de escuta com representantes de entidades do setor produtivo e refletem demandas objetivas por qualificação técnica. Essa aderência evidencia-se com a adaptação, em 2025, para no curso técnico intercomplementar não ser ofertado o curso de Recursos Humanos. Nesse sentido, a institucionalização do curso em si não atinge um nível de improdutividade ou inércia (aprisionamento).

Além da estrutura física e curricular, a instituição tem buscado ampliar sua influência institucional por meio da presença digital e da articulação com outras esferas do ensino. Em relação à evolução do perfil institucional em rede social, a ETEC/Primavera do Leste apresentou entre todas as ETECs de sua rede o perfil que teve o maior crescimento orgânico no número de seguidores no período entre janeiro e setembro de 2024. Em paralelo, o número de seguidores do perfil oficial do IFMT, no Campus Primavera do Leste, aproxima-se de 6.000, no mesmo período.

A análise documental da trajetória do IFMT *campus* Primavera do Leste revela uma institucionalização marcada pela consolidação de uma infraestrutura robusta, corpo docente altamente qualificado e estreita articulação com redes nacionais de pesquisa e inovação, tornando-o referência regional no ensino tecnológico em diferentes níveis.

Em relação aos cursos ofertados pelo IFMT, ainda que se perceba aderência em relação às demandas locais, nota-se que há pouca mobilidade quanto aos cursos ofertados. Os cursos, uma vez iniciados, foram sempre ofertados, sinalizando para o risco de algum aprisionamento institucional. Em paralelo, as instituições têm ampliado a oferta de cursos novos, sinalizando adaptação às demandas, sejam elas nacionais ou regionais. Dentre as demandas percebidas, nota-se o Teatro como uma sugestiva opção considerando o polo consolidado e a não oferta de cursos profissionalizantes mapeados nessa área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo traçar a institucionalização da educação profissional em Primavera do Leste. Para tanto, perpassa uma pesquisa documental enfocada na oferta pelos poderes públicos estadual e federal paralela à Teoria Institucional para seu atingimento. Entre os achados, a pesquisa aponta que a trajetória da Educação Profissional em Primavera do Leste, acompanhando o Plano Nacional de Educação, vem sendo amadurecida nos últimos anos, considerando o número de cursos e respectiva demanda crescente notada.

Para aprofundar a compreensão e otimizar a execução da EPT em Primavera do Leste na era da Inteligência Artifical (IA), nota-se sinergia e sugere-se a realização de futuras pesquisas. Uma análise qualitativa das causas dos diferentes estágios de institucionalização da ETEC e do IFMT em relação à adaptabilidade à IA poderia traçar soluções mais específicas para os desafios identificados. Além disso, um estudo sobre a implementação e os impactos das adaptações curriculares propostas, medindo a empregabilidade dos egressos em novas funções relacionadas à IA, seria de grande valor. A investigação sobre o papel da colaboração entre insti-

tuições públicas (ETEC, IFMT), setor privado (empresas do agronegócio e indústria) e entidades como o Senai na construção de currículos responsivos à IA e na oferta de programas de requalificação, é outro campo promissor.

Em relação aos diferentes resultados considerados quanto ao estágio de institucionalização referente às instituições e cursos, uma pesquisa qualitativa pode ser desdobrada no sentido de identificar as causas e, de maneira analítica, traçar soluções para os principais problemas das referidas instituições. Nesse sentido, os modelos de atuação do IFMT e da Seciteci podem ser mais bem analisados, do ponto de vista teórico-analítico da implementação de política pública, a fim de otimizar a execução da EPT.

O crescimento orgânico no número de seguidores da ETEC/Primavera do Leste no Instagram, tendo como referência o IFMT, representa uma oportunidade estratégica valiosa. Em um cenário de transformação acelerada pela IA, uma comunicação digital eficaz sobre currículos atualizados e novas oportunidades de carreira pode ser um diferencial competitivo crucial para atrair alunos e demonstrar a relevância da instituição no mercado.

O estabelecimento de corpo docente e de gestão da ETEC e de credenciamento de cursos apresentam-se como indicativos de estágio de formação institucional estabelecida, tendo em vista a importância desses profissionais e do amparo legal para a oferta de EPT.

Dessa forma, a ETEC/Primavera do Leste e o IFMT Campus Primavera do Leste podem ser compreendidos não apenas como instituições de EPT, mas como um vetor de transformação territorial, capaz de fomentar processos de inovação, qualificação e inserção socioprofissional sintonizados com as dinâmicas econômicas da região.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO TEATRO FACES. **História do grupo**. Primavera do Leste, 2023. Disponível em: https://teatrofaces.com.br/historia. Acesso em: 10 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **PROFNIT®** – Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação. Brasília: MCTIC, 2019. Disponível em: https://profnit.org.br. Acesso em: 11 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, p. 27833, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 4 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.867, de 28 de março de 2024. Prorroga a vigência do Plano Nacional de Educação - PNE. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, ano 161, n. 61, p. 1, 1 abr. 2024. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.867-de-28-de-marco-de-2024-548219485. Acesso em: 4 abr. 2025.

DE CASTRO JORGE, Lucio André *et al.* Inteligência artificial aplicada na agricultura de precisão e digital. In: BASSOI, L. H. **Agricultura de Precisão:** Um Novo Olhar na Era Digital. 2024.

DE MORAES, Thiago Maia Sayão; LAGO, Leda Figueiredo Rocha do; PEREIRA, Alexandre Umbelino; CAETANO, Vinicius Camargo. Da Cidade dos Meninos à Escola Técnica de Poxoréu - Memórias e Itinerários. **Revista Educação C&T**, v. 1, nº 1, p. 45-54, 2022.

DE MORAES, Thiago Maia Sayão; SOUSA, Marcos de Moraes. History Matters: The Institutionalization and Innovation Paradox in the Judiciary. **Social Sciences**, v. 13, n. 247, 2024. https://doi.org/10.3390/socsci13050247

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MATO GROSSO (FIEMT). **Sistema FIEMT planeja ampliar presença em Campo Verde e Primavera do Leste para fortalecer a indústria local**. Cuiabá: FIEMT, 2023. Disponível em: https://fiemt.ind.br/noticias/5090/sistema-fiemt-planeja-ampliar-presenca-em-campo-verde-e-primavera-do-leste-para-fortalecer-a-industria-local. Acesso em: 4 abr. 2025.

FESTIVAL VELHA JOANA. O Festival. Primavera do Leste, 2024. Disponível em: https://festivalvelhajoana.com.br/sobre. Acesso em: 10 abr. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IFMT. Campus Primavera do Leste. **Apresentação e histórico do campus**. Disponível em: https://pdl.ifmt.edu.br/conteudo/pagina/apresentacao-e-historico-do-campus/. Acessado em: 12 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cadastro Central de Empresas 2021:** Número de empresas e outras organizações por município. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo, SP: Atlas 2003.

MATO GROSSO. [Regimento Interno da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação - SECITECI. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, n. 26698, p. 31. 2016.

MATO GROSSO. Decreto n. 2.345, de 20 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a estrutura organizacional da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia - SECITEC, a redistribuição de cargos de Direção e Assessoramento, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, n. 25.330, p. 9, 20 jan. 2010. Disponível em: https://www.iomat.mt.gov.br. Acesso em: 11 abr. 2025.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Cultura, Esporte e Lazer - SECEL. **Mato Grosso forma profissionais no teatro e investe em projetos que beneficiam a população**. Cuiabá: SECEL, 2023. Disponível em: https://www.secel.mt.gov.br/-/mato-grosso-forma-profissionais-no-teatro-e-investe-em-projetos-que-beneficiam-a-popula%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 10 abr. 2025.

PACHECO, Eliezer Moreira. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: limites e possibilidades. **Revista Linhas Críticas**, Brasília, v. 16 n. 30, p. 71-88, jan./jun. 2010.

PALUDETTO, Natália Aguiar; MORAES, Thiago Maia Sayão; CAETANO, Vinícius Camargo; CRUZ, Fábio Cristiano Murta. A Escola Técnica Estadual de Poxoréu como Vanguarda na Educação Científica Profissional do Estado de Mato Grosso: Transformações e Desafios. **Revista Educação C&T**, v. 1, n. 2, p. 157-176, 2023.

PEREIRA, Jonas Marques; SANTOS, João Paulo Lima. GESTÃO da inovação em universidades e Institutos Federais do Nordeste: reflexos da adesão ao Programa de Mestrado em Propriedade Intelectual PROFNIT. **Revista Gestão em Análise**, Fortaleza, v. 11, n. 3, p. 25-38, 2022. DOI: 10.12662/2359-618xregea.v11i3.p25-38.2022. Disponível em: https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/4337. Acesso em: 11 abr. 2025.

SYDOW, J.; SCHREYÖGG, G.; KOCH, J. On the Theory of Organizational Path Dependence: Clarifications, Replies to Objections, and Extensions. **Academy of Management Review**, v. 45, n. 4, p. 717-734, 2020.