

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DE CIÊNCIAS: RELAÇÕES ENTRE FORMAÇÃO DOCENTE E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

*Integration of Artificial Intelligence in the field of Sciences: relationships between Teacher
Training and Pedagogical Practices*

Julia de Oliveira LANGE

Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo
juliadeoliveiralange@gmail.com

Paula Vanessa BERVIAN

Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo
paula.bervian@uffs.edu.br

DOI: <https://doi.org/10.46636/recital.v6i3.623>

Resumo

Nos últimos anos, o uso da Inteligência Artificial (IA) expandiu-se no cotidiano, possibilitando avanços tecnológicos e promovendo mudanças no âmbito educacional. Nesse sentido, o emprego da IA é capaz de potencializar os processos de ensino e de aprendizagem. No entanto, seu uso também reverbera em riscos. Nesse contexto, a formação docente é fundamental para o emprego da IA em sala de aula. A partir disso, pretendemos responder: quais os indícios da integração da IA na área de Ciências e suas relações entre Formação Docente e Práticas Pedagógicas? Esta pesquisa caracteriza-se como um estado do conhecimento a partir das Teses e Dissertações encontradas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Google Acadêmico (GA). Para tanto, o corpus textual foi composto por oito publicações, analisadas mediante a Análise de Conteúdo (AC). Assim, extraímos 12 unidades de registro (UR), originando 12 indicadores agrupados em cinco subcategorias e, duas categorias:



Definições e Aplicações da Inteligência Artificial na área de Ciências: Formação Docente para a promoção de Práticas Pedagógicas Inovadoras; Riscos, Potencialidades e Desafios no uso de Softwares que utilizam Inteligência Artificial. Esta pesquisa nos permitiu compreender que o emprego das tecnologias de IA na área de Ciências apresenta potencialidades e riscos. Assim, depreendemos que isso repercute nas práticas pedagógicas futuras dos professores da área de Ciências em formação inicial, de modo em que eles estejam aptos para atuar na Era da IA.

Palavras-chave: Educação. Ensino de Ciências. Tecnologias Digitais.

Abstract

In recent years, the use of Artificial Intelligence (AI) has expanded in everyday life, enabling technological advancements and bringing about changes in the educational sphere. Thus, the deployment of AI has the potential to enhance teaching and learning processes; however, its use also poses risks. In this context, teacher training is essential for the implementation of AI in the classroom. Therefore, we aim to address: what are the signs of AI integration in the field of Sciences and its relationships between Teacher Training and Pedagogical Practices? This research is characterized as a state of knowledge based on Theses and Dissertations found in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and Google Scholar (GS). Thus, the textual corpus consisted of eight publications, analyzed through Content Analysis (CA). As a result, we identified 12 units of registration (UR), grouped into 12 indicators organized in five subcategories and two categories: Definitions and Applications of Artificial Intelligence in the field of Sciences; Teacher Training for the promotion of Innovative Pedagogical Practices; Risks, Potentials, and Challenges in the use of AI-based software. This research has allowed us to understand that the use of AI technologies in the field of Sciences presents both potential and risks. Therefore, we infer that this impacts the future pedagogical practices of pre-service teachers in the Sciences, ensuring their readiness to operate in the AI Era.

Keywords: Education. Science Teaching. Digital Technologies.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a presença da Inteligência Artificial (IA) expandiu-se (Teles; Nagumo, 2023), transformando-se no decorrer de anos de existência (Vicari, 2021). Utilizamos-la em atividades rotineiras, como, por exemplo, ao lermos mensagens enviadas por *e-mail*, lavarmos nossas roupas, dirigirmos um veículo autônomo e ao decidirmos a que filme assistir em uma plataforma de *streaming* em decorrência da ubiquidade tecnológica (Carvalho, 2021).

Nessa perspectiva, é possível inferir que a IA apresenta-se como sistemas que possam “realizar tarefas que geralmente requerem inteligência humana, como a capacidade de aprender, raciocinar e resolver problemas” (Cardoso *et al.*, 2023, p.2), embora não exista uma definição acadêmica estabelecida para IA (Sichman, 2021), tampouco uma única definição de maneira geral, visto que precisaria ser modificada ao passo dos avanços tecnológicos da atualidade (UNESCO, 2022). Nesse cenário, ela pode ser compreendida como um ramo das ciências da computação (Barbosa; Portes, 2023, p.17). Assim, esse sistema inteligente simula as



capacidades cognitivas do cérebro humano, visto que forma a base de conhecimento por meio da identificação de informações, codificando-as de forma concisa e eficiente (Badaró; Ibañez; Agüero, 2013).

Atualmente, dispomos da primeira geração de dispositivos inteligentes: IA limitada. Como exemplo desse nível de IA, temos os assistentes virtuais e domésticos, sistemas de reconhecimento facial e tradutores de idiomas (Flores, 2022; Kaplan; Haenlein, 2019). Diante disso, a partir da premissa de que essas tecnologias realizam atividades que simulam as capacidades cognitivas do cérebro humano (Cardoso *et al.*, 2023, p.2; Badaró; Ibañez; Agüero, 2013), emerge a IA generativa (IAGen) (UNESCO, 2024). Assim, a IAGen é uma tecnologia capaz de gerar conteúdo de forma automática como resposta a comandos escritos. Embora ela possa gerar conteúdos através da análise de palavras ou outros elementos consumidos, ela não pode gerar desafios e soluções para problemáticas do mundo real, uma vez que não compreende relações da sociedade real. Entretanto, a IAGen faz parte da família das tecnologias de *machine learning*, as quais utilizam algoritmos para proporcionar a melhoria contínua e automática em relação à própria desenvoltura a partir de dados (UNESCO, 2024).

Nesse sentido, a utilização das tecnologias, de modo mais amplo, assim como as tecnologias de IA, recebeu maior evidência a partir do primeiro semestre do ano de 2020, motivada pela Pandemia de COVID-19 (Teles; Nagumo, 2023). A partir dessa situação, critérios de isolamento social foram regulamentados, influenciando diferentes esferas sociais e, diretamente, a educação, de modo que professores, alunos e as famílias necessitassem se adaptar às atividades educacionais desenvolvidas por meio de plataformas digitais (Guimarães *et al.*, 2023). Ainda, um dos principais motivos para que a utilização da IA tenha difundido-se está diretamente relacionado ao “rápido desenvolvimento de novas tecnologias para extração, armazenamento, transmissão e processamento de dados” (Carvalho, 2021, p.21). Desse modo, mencionamos que os avanços tecnológicos são possibilitados pela Era da IA, a qual está transformando a sociedade e cujas aplicações no contexto educacional têm promovido mudanças significativas (Duque *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2020), visto que essas tecnologias promovem o suporte para funções básicas no que tange ao tratamento de informações (Badaró; Ibañez; Agüero, 2013). Desse modo, o emprego da IA na educação é capaz de potencializar e agregar valor aos processos de ensino e de aprendizagem, promovendo apoio aos professores e alunos, proporcionando experiências educacionais enriquecedoras (Duque *et al.*, 2023). Tudo isso, por meio de *Softwares* aplicados ao ensino, os quais podem possibilitar o protagonismo dos alunos e auxiliar os professores na construção de estratégias didáticas inovadoras (Shimasaki *et al.*, 2024).

No entanto, é fundamental reconhecermos que, para além das perspectivas promissoras da IA, o emprego dela na educação também apresenta ameaças e impactos significativos (Oliveira *et al.*, 2020; Duque *et al.*, 2023), além de questões éticas (Fernandes *et al.*, 2024; UNESCO, 2019). Um desses perigos remete à possibilidade de perpetuação de preconceitos nos sistemas educacionais, uma vez que os algoritmos dessa tecnologia são treinados por meio de grandes conjuntos de dados, capazes de replicar e reforçar preconceitos inerentes (Oliveira *et al.*, 2020). Por conseguinte, sua utilização demanda cautela para assegurar que alunos e professores se beneficiem por meio de todas as potencialidades desse recurso, sem que haja comprometimento e violação da integridade (Fernandes *et al.*, 2024, p. 347). Ainda que existem indícios de que o uso excessivo da IA apresente potencial para “criar dependência, principalmente quando atividades simples e rápidas são automatizadas [...]” (Santos; Simões; Neves, 2023, p.99), é condição *sine qua non* que consideremos a atual realidade sociocultural, a qual está permeada



pelos tecnologias (Cardoso *et al.*, 2023). Portanto, julgamos necessário que os ambientes educacionais utilizem instrumentos no intuito de despertar o interesse dos alunos, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades (Santos; Reszka; Borba, 2021) e auxiliando nos processos de letramento digital (Azevedo *et al.*, 2018).

À vista disso, como as demais Tecnologias Digitais (TD), depreendemos que há a necessidade de um trabalho crítico com a IA (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021). Nesse âmbito, surge a literacia digital, a qual compreende a importância de um conhecimento aprofundado das tecnologias atreladas à formação e às práticas docentes (Lopes; Santos; Ferreira, 2021). Para tanto, consideramos potente a articulação das tecnologias à formação e às práticas docentes, por meio do *Framework* Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK), que visa a relacionar as tecnologias ao conteúdo e à pedagogia, quando em um trabalho com as TD (Mishra; Koehler, 2006), equivalendo-se a um “quadro teórico promissor em relação ao papel das tecnologias” (Bervian; Pansera-de-Araújo, 2022, p.434).

Com isso, urge a necessidade de que o professor detenha a compreensão de que esses instrumentos abarcam um agrupamento de conhecimentos tecnológicos, os quais requerem determinada apropriação para que possam ser articulados aos demais conhecimentos docentes (Marin; Bervian; Güllich, 2019). Diante disso, considerando o avanço da IA e suas possibilidades de aplicações no campo educacional, torna-se primordial que os professores formem-se para inseri-las em sala de aula (Duque *et al.*, 2023). Dessa forma, Almeida *et al.* (2023) entende a formação inicial de professores como basilar, partindo da premissa da influência digital na atualidade. Logo, por meio da formação docente, acreditamos que ela compactue para o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos professores, de modo que professores estejam capacitados para atuar na sociedade digital (Duque *et al.*, 2023).

Em específico, ao compreendermos as mudanças educacionais promovidas pela inserção da IA na área de Ciências (Duque *et al.*, 2023), consideramos necessária a compreensão à respeito de que “novos recursos podem carregar consigo a necessidade de reorganizar ou reafirmar as técnicas de ensino” (Santos; Jorge; Winkler, 2021, p.10). Assim, a modificação das salas de aula presenciais para as virtuais demandou novas organizações didáticas e metodológicas (Santos; Jorge; Winkler, 2021). Isso posto, concordamos com Marin, Bervian e Güllich (2019), ao afirmarmos a imprescindibilidade de que as tecnologias sejam utilizadas para além da concepção de meros adornos. Desse modo, a importância da formação docente evidencia-se a partir da associação das tecnologias ao ensino, de maneira a exigir uma “formação também crítica, que promova o desenvolvimento de estratégias didático-metodológicas que superem o uso meramente instrumental” (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021, p.38) dessas tecnologias.

Nesse sentido, as tecnologias devem ser vistas como ferramentas para auxiliar os professores a fornecer *feedbacks* personalizados e adaptar suas metodologias de ensino, mas não deve substituir o papel fundamental dos professores na educação. É essencial que a IA seja utilizada com cautela e em conjunto com o conhecimento pedagógico dos profissionais da educação (Barbosa, 2023, p.10). Diante do contexto apresentado, objetivamos investigar o panorama da IA na Formação Docente e nas Práticas Pedagógicas na área de Ciências. Diante disso, pretendemos responder ao problema de pesquisa: Quais os indícios da integração da IA na área de Ciências e suas relações entre Formação Docente e Práticas Pedagógicas?



1 METODOLOGIA

Esta pesquisa, com enfoque no Ensino de Ciências, caracteriza-se como um estado do conhecimento (Romanowski; Ens, 2006; Morosini; Nascimento; Nez, 2021). Os objetos de estudo desta pesquisa foram as Teses e Dissertações disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e na plataforma Google Acadêmico (GA), totalizando, assim, dois setores de análise. Essas bases de dados mencionadas encontram-se em modo público e gratuito. Portanto, ao escolhermos a BDTD e o GA como espaço de busca, estamos respeitando os princípios éticos da pesquisa.

Justificamos a escolha dos dois setores de análise devido ao enfoque recente dessa temática, uma vez que apresenta um baixo índice de publicações relacionadas. Nesse sentido, em relação à escolha do setor BDTD, trata-se da pioneira da filosofia do Acesso Aberto no Brasil, por iniciativa do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), no intuito de reunir teses e dissertações das universidades brasileiras e disponibilizá-las em meio eletrônico (Brumatti, 2015). Também, em relação ao setor GA, inferimos que ele se configura como “uma ferramenta gratuita, que permite localizar trabalhos acadêmicos de vários tipos [...], em múltiplas línguas [...], disponibilizadas em repositórios na web ou sites acadêmicos” (Caregnato, 2011, p.75). Para a busca da temática em questão, utilizamos, na BDTD, a busca avançada com as palavras-chaves: “Inteligência Artificial” e “Ensino de Ciências”, dispensando o uso do operador booleano. Nessa busca, resultaram 10 teses e dissertações, e desses trabalhos, quatro com o enfoque da pesquisa. Enquanto no GA, utilizamos as mesmas palavras-chaves e acrescentamos o operador booleano “AND” entre elas, dessa forma: “Inteligência Artificial” AND “Ensino de Ciências”. Dessa busca aberta, emergiram 3.290 resultados, e desses estudos, oito teses e dissertações com o enfoque da pesquisa.

Desse processo, resultaram oito publicações (sete dissertações e uma tese) que constituem nosso corpus textual de análise. Como critérios de inclusão, utilizamos: publicações em Língua Portuguesa e publicações com o enfoque na Inteligência Artificial na Área de Ciências - Ensino de Física, Química e Biologia-. Como critérios de exclusão: publicações sem relação direta com a temática em questão e publicações em duplicidade.

Assim, elaboramos um quadro, no qual consta o título da tese e das dissertações localizadas, acompanhadas pelos anos de publicação, os Programas de Pós-Graduação (PPG), bem como as instituições de ensino (IES), as identificações como Tese (T) e/ou Dissertações (D), respectivos setores e, ainda, códigos atribuídos pela pesquisadora às publicações. Exemplificamos o processo de atribuição de códigos: “T1” refere-se à tese encontrada e sua ordem determinada pela pesquisadora; utilizamos essa mesma lógica para as dissertações. Destacamos que as publicações: T1, D1 e D2 foram localizadas em duplicidade (Quadro 1).



Quadro 1 - Corpus textual de análise

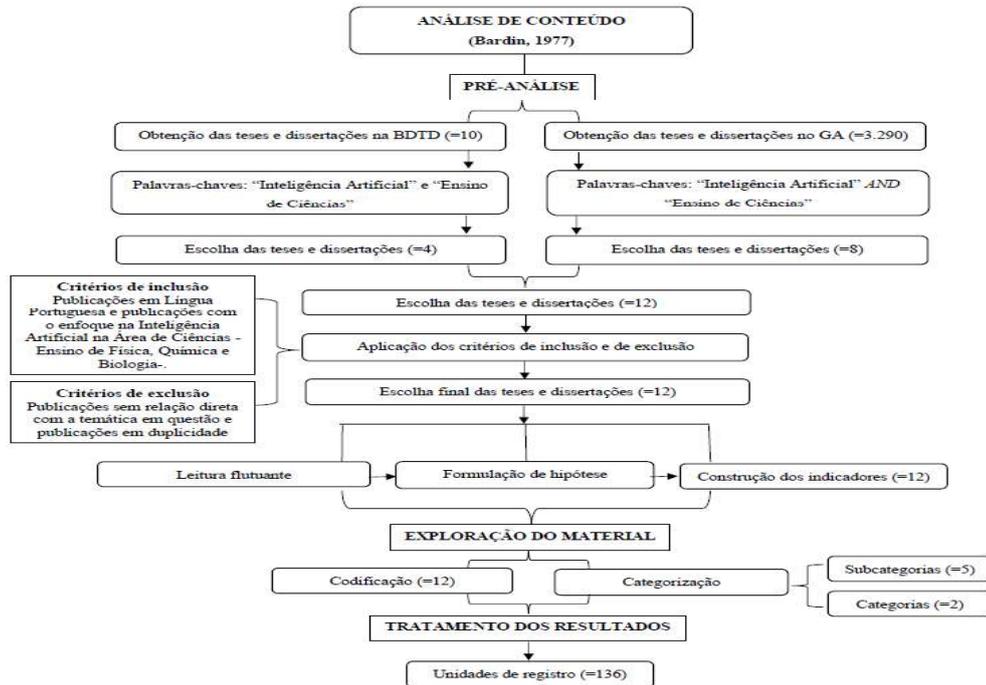
CÓDIGO	TÍTULO	ANO	PPG/IES	PUBLICAÇÕES	SETORES
T1	Modelos de simulação qualitativos como estratégia para o Ensino de Ciências	2019	PPGEC/UnB	T	BDTD/GA
D1	Avaliação do uso de modelagem qualitativa com apoio de agentes aprendizes virtuais na compreensão da dinâmica de sistemas por alunos do Ensino Fundamental	2015	PPGEC/UnB	D	BDTD/GA
D2	Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente através da utilização da Inteligência Artificial para contribuir no Ensino de Ciências baseado no movimento STEAM	2021	PPGEEProf/UNICAMP	D	BDTD/GA
D3	Sistema especialista em termodinâmica análise da construção de significados mediada por interfaces virtuais	2010	PPGECM/UEPB	D	GA
D4	Utilização de uma ferramenta digital para o Ensino de Parasitologia no Ensino Superior	2019	PPGEC/UNICSUL	D	GA
D5	Ensino de Química e atividade experimental problematizada aep: avaliando aprendizagem dos conteúdos químicos por meio do software <i>Pnota</i> no contexto do Ensino Fundamental	2020	PROFQUI/IFES	D	GA
D6	Ensino de Inteligência Artificial: uma proposta de formação docente nas disciplinas STEAM	2022	PPGECM/UCS	D	GA
D7	Biologando com o <i>App Inventor</i> : uma proposta para a Formação de Professores de Ciências Biológicas	2023	PPGECM/UCS	D	GA

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nosso corpus textual foi analisado a partir da metodologia qualitativa de Análise de Conteúdo (AC), a qual auxilia o pesquisador a “identificar a significação do texto que está se analisando” (Oliveira *et al.*, 2003, p.5). Essa técnica organiza-se em três etapas, sendo: I) pré-análise; II) exploração do material e III) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (Bardin, 1977). Para isso, a análise de dados foi conduzida mediante o auxílio do *Software Atlas.TI, Student License*, (L-CC3-86F, 2024). Dessa forma, descrevemos o processo de análise de conteúdo por meio do diagrama metodológico da pesquisa (Figura 1).



Figura 1 - Diagrama metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pelas autoras com base no modelo de Bardin (1977).

Destacamos que as UC extraídas durante o processo de análise foram dispostas ao longo do texto com destaque em *itálico*, recuo de 4 cm à esquerda, espaçamento simples, com destaque em **negrito** da unidade de registro (UR) e acompanhadas por respectivos códigos de identificação atribuídos no percurso da análise.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise das oito publicações que compõem nosso corpus textual, extraímos 12 unidades de registro (UR). A partir dessas UR, emergiram 12 indicadores, que foram agrupados em cinco subcategorias e, emergidas dessa organização, duas categorias (Quadro 2).

Quadro 2 - Processo de categorização

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	INDICADORES	FREQÜÊNCIA	UNIDADES DE REGISTRO (UR)
Definições e Aplicações da Inteligência Artificial na área de Ciências: Formação Docente para a promoção de	Definições de IA	Definições de IA	15:136	termo/conceito/definição/definida/entendimento/classificação/compreensão/área
	Formação Docente em relação ao uso da IA na Educação	Formação docente em relação ao uso da IA	22:136	formação/ apropriação/apropriar/habilidades/ saberes
		O uso da IA na educação	11:136	educação/ensino/pesquisa/conhecimento/ educacional



Práticas Pedagógicas Inovadoras	Inovações Tecnológicas nas práticas pedagógicas da área de Ciências por meio das aplicações da IA	Inovações tecnológicas	8:136	inovações/inação/novidades
		A IA na área de Ciências	6:136	Ciências/Biologia
		Aplicações da IA	18:136	uso/utilização/aplicação/inserção/integração/associação
		Tecnologias e ferramentas digitais	15:136	tecnologias/ferramentas/digital/tecnológica
		Práticas pedagógicas	9:136	prática/práticas/estratégias
Riscos, Potencialidades e Desafios no uso de <i>Softwares</i> que utilizam Inteligência Artificial	Riscos, Potencialidades e Desafios do uso da IA	Potencialidades do uso da IA	11:136	potencialidades/benefícios/opportunidades/possibilidades/contribuição/progresso/importância/potencial
		Riscos do uso da IA	9:136	riscos/desafios/impactos/dificuldades/insegurança/desinteressantes/inseguros
	<i>Softwares</i> que utilizam IA	Sistemas que utilizam IA	8:136	chatbots/tutores/MOOCs/STEAMBot/ DynaLearn
		<i>Softwares</i> que utilizam IA	4:136	sistemas/algoritmos/assistentes

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

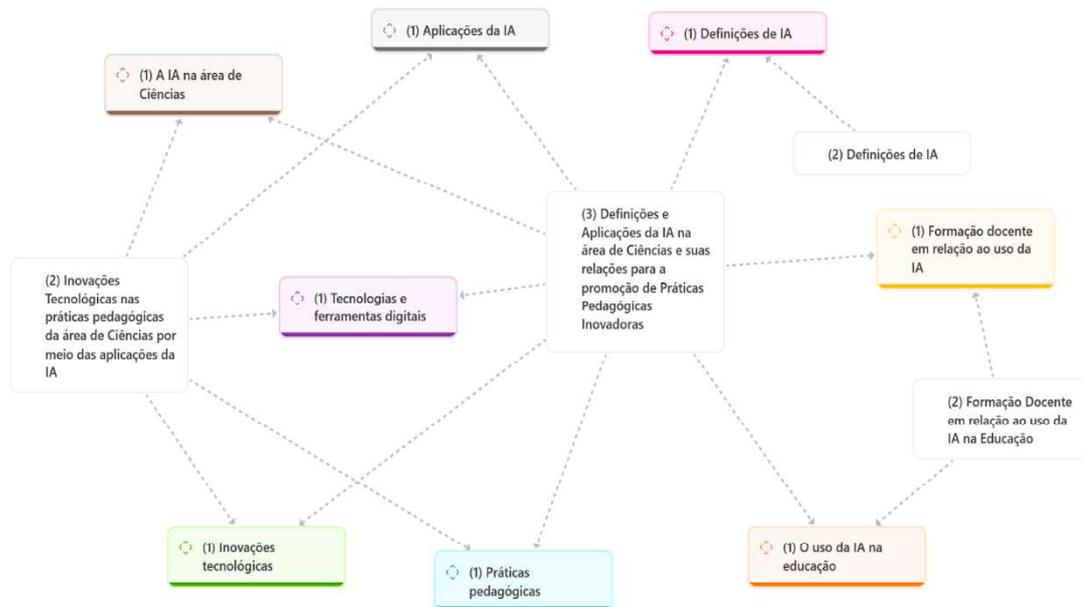
Dessa forma, apresentamos a seguir as categorias emergidas do processo de análise.

2.1 DEFINIÇÕES E APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DE CIÊNCIAS: FORMAÇÃO DOCENTE PARA A PROMOÇÃO DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INOVADORAS

Em relação a essa categoria (104:136), percebemos a existência de subcategorias divididas em definições, aplicações e inovações no uso da IA, e formação docente para o uso de *softwares* de IA. Dessa forma, identificamos oito indicadores e três subcategorias que compõem essa categoria, apresentando-se como a categoria de maior índice em relação ao número de indicadores e subcategorias agrupados (Figura 2).



Figura 2 - Representação em rede - indicadores e subcategorias que compõem a categoria em questão



Observação: em diferentes cores, estão representados os indicadores, iniciados pelo número um (1); iniciadas pelo número dois (2), estão representadas as subcategorias e, iniciada pelo número três (3), está representada a categoria.

Fonte: Dados da pesquisa (2024) com auxílio do *Atlas.TI*

Em relação às definições de IA inferidas ao longo da análise, temos que

a partir dessas **definições** é possível verificar que a IA é uma área da ciência da computação, a qual se sugere a criar sistemas que representam a capacidade humana na compreensão de um problema, identificando os seus elementos e, a partir disso, resolver problemas e propor ou tomar decisões (D2, p.45).

Assim, o termo “Inteligência Artificial” surgiu para denominar uma área de conhecimento que objetiva desenvolver estratégias para aperfeiçoar métodos de resolução de problemas e tomadas de decisão por meio de concepções humanas (Luger, 2013). Nesse contexto, Barbosa e Portes (2023) citam que a IA pode ser compreendida como uma ramificação das ciências da computação, que objetiva construir mecanismos - físicos ou digitais -, capazes de simular a capacidade humana da racionalidade e tomada de decisões. Todavia, “cabe ressaltar que não existe uma definição acadêmica, propriamente dita, do que vem a ser IA.” (Sichman, 2021, p.38), tampouco uma única definição geral para o termo (UNESCO, 2022). Assim, esse instrumento simula as capacidades do cérebro humano, considerando que constrói a base de conhecimento através da identificação e codificação de informações (Badaró; Ibañez; Agüero, 2013).

Diante disso, a IA é classificada mediante os sistemas que a utilizam (Marques, 2021). Nesse sentido, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) (2019) define as principais compreensões sobre o que é a IA conforme a classificação do seu uso, sendo: “sistemas que



pensam como humanos”, “sistemas que pensam racionalmente”, “sistemas que agem como humanos” e “sistemas que agem racionalmente”. Diante dessas definições, é possível inferir que a maior parte apresenta concepções sobre cognição (Marques, 2021). Isso posto, é fundamental inferir as tecnologias de IAGen, advindas das tecnologias de *machine learning*, que fazem uso de algoritmos no intuito de possibilitar melhorias em relação à desenvoltura a partir de dados (UNESCO, 2024).

No que tange a formação docente em relação ao uso da IA, ressaltamos que

não deve ser ensinada isoladamente, devendo ser trabalhada de forma multidisciplinar. Portanto, o caminho da **formação** docente continuada é válido para preparar os professores para esse desafio (D6, p. 121).

Por conseguinte, é imprescindível que consideremos as diversas esferas sociais permeadas pelas tecnologias digitais (TD), inclusive os ambientes educacionais (Lima; Ponciano, 2020). Assim, concordamos com Tavares, Meira e Amaral (2020), ao mencionarmos que essas tecnologias, especificamente a IA, estão transformando a sociedade. Portanto, compreendemos que esse dispositivo desempenha um papel primordial a respeito das transformações sociais e educacionais promovidas por esse recurso tecnológico (Duque *et al.*, 2023).

No que se refere às inovações tecnológicas,

essas **inovações** tecnológicas fizeram emergir um novo desafio para a atividade docente, contudo, a formação docente continua a ignorar os avanços científicos e tecnológicos que observamos no mundo (D6, p.40).

Perante isso, as inovações tecnológicas são frutos da disseminação do pensamento computacional (PC), as quais demandam técnicas para a análise e descrição de dados, assim como para a automação de soluções (Vicari; Moreira; Menezes, 2018; Flores, 2022). Nesse sentido, não basta reproduzir tão somente aulas tradicionais perante o uso dessas inovações tecnológicas, visto que elas não configuram-se como soluções para uma possível inovação (Oliveira, 2020). Sobre isso, Riedner e Pischetola (2021, p.79) compreendem a inovação como “processo permanente, que permite que o professor esteja no centro do processo de mudança, tornando suas práticas pedagógicas mais interessantes, motivadoras e desafiadoras”. Isso nos remete à imprescindibilidade da formação docente para o uso dessas tecnologias de IA (Duque *et al.*, 2023), superando o uso meramente instrumental, assim como as demais TD (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021).

No que tange às práticas pedagógicas,

de nada adianta o desenvolvimento de recursos tecnológicos e materiais didáticos inovadores e úteis, produzidos de maneira crítica e reflexiva, se os docentes não se apropriarem de tais ferramentas em suas **práticas** docentes cotidianas (D1, p.16).



Nesse contexto, Mishra e Koehler (2006) propunham o *Framework* Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK), em que objetivam aliar as tecnologias ao conteúdo e à pedagogia, exprimindo-se a um quadro teórico auspicioso no que tange ao papel das tecnologias (Bervian; Pansera-de-Araújo, 2022). À vista disso, para que as práticas pedagógicas aliadas ao uso da IA apresentem caráter inovador, torna-se indispensável o emprego de estratégias que superem o uso trivial dessas tecnologias (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021), evidenciando a importância da formação docente para a utilização da IA, assim como as demais TD (Marin; Bervian; Güllich, 2019; Duque *et al.*, 2023).

Em relação ao uso da IA,

na **educação**, faz-se uso de assistentes inteligentes, comuns principalmente no ensino superior, entretanto, na educação básica, o uso da **IA** não é expressivo (D6, p.33)

Isso posto, o emprego da IA na educação pode oferecer a adaptação e a acessibilidade da aprendizagem, bem como a otimização de processos, como análise de dados. No entanto, a inserção da IA na educação ainda se apresenta como um desafio para as estruturas educacionais atuais (UNESCO, 2019), porém, também pode ser compreendida como uma potencialidade no que tange ao desenvolvimento de uma educação engajadora e inovadora, capaz de atender as necessidades da sociedade digital. (Cardoso *et al.*, 2023).

Nesse sentido, em relação ao emprego da IA na área de Ciências,

é natural que o ensino de **Ciências** também caminhe nesta direção. A IA pode ser vista na forma de produtos usados em sala de aula, ou mesmo como mecanismo para simulações, análises e entendimentos de processos ou fenômenos complexos das Ciências (D6, p.32).

Assim, não obstante ao avanço das práticas docentes, é possível inferir exiguidade em aspectos que exigem a criticidade e argumentação no que concerne à abordagem de informações, o que pode conceber-se como implicações da baixa utilização de TD pouco exploradas (Oliveira *et al.*, 2017). Nesse contexto, a inserção das TD na educação, em específico, na área de Ciências, pode potencializar, desde que utilizadas de maneira contextualizada e intencional, a inovação e o desenvolvimento de novas habilidades (Silva; Kahlil, 2018). À vista disso, a integração das tecnologias de IA ao ensino da área de Ciências, “oferece a possibilidade de criar experiências de aprendizagem altamente personalizadas, contribuindo para a promoção da equidade educacional e melhorando os resultados de ensino” (Oliveira *et al.*, 2023, p.249).

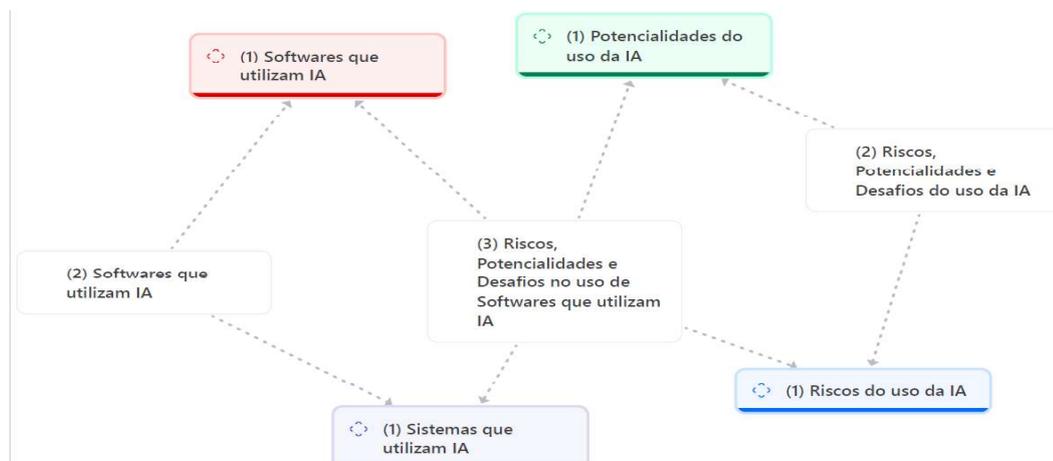
Diante disso, a partir dos avanços científicos e tecnológicos presentes na sociedade, em especial, no ambiente educacional (Almeida *et al.*, 2023), inferimos que a “educação precisa usar a curiosidade, que é um fator motivador para os alunos” (Vicari, 2021, p. 80). Assim, empregar as tecnologias de IA na educação pode demandar uma formação docente atrelada a uma necessidade perante a atual Era da IA (Cardoso; Mercado, 2024, p.216; Duque *et al.*, 2023). Logo, por meio da formação docente em relação ao uso da IA, acreditamos que ela compactue para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras por parte dos professores, de modo em que eles se apresentem capazes para atuar na sociedade imersa na cultura digital.



2.2 RISCOS, POTENCIALIDADES E DESAFIOS NO USO DE *SOFTWARES* QUE UTILIZAM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

No que diz respeito a essa categoria (32:136), percebemos a existência de subcategorias divididas em riscos, potencialidades e desafios na utilização da IA, e *softwares* que utilizam IA. Dessa forma, identificamos quatro indicadores e duas subcategorias que compõem essa categoria, apresentando-se como a categoria de menor índice em relação ao número de indicadores e subcategorias agrupados (Figura 3).

Figura 3 - Representação em rede - indicadores e subcategorias que compõem a categoria em questão



Observação: em diferentes cores, estão representados os indicadores, iniciados pelo número um (1); iniciadas pelo número dois (2), estão representadas as subcategorias e, iniciada pelo número três (3), está representada a categoria.

Fonte: Dados da pesquisa (2024) com auxílio do *Atlas.TI*

Em relação aos riscos e desafios do uso da IA,

uma das áreas da computação de grande impacto social e técnico é a Inteligência Artificial (IA). Neste trabalho, propõe-se um olhar atento para as potencialidades, benefícios, mas também para os **riscos e desafios** que a IA traz para a sociedade. Uma forma de abordá-los e contextualizá-los pode ser por meio da sua inserção no ensino (D6, p.14).

Nesse contexto, para além das perspectivas promissoras da aplicação da IA na educação, é fundamental reconhecer que ela também abarca riscos, desafios e impactos em sua utilização (Oliveira *et al.*, 2023). Por essa razão, seu emprego implica determinadas “questões éticas que necessitam ser cuidadosamente consideradas para assegurar que tanto professores quanto alunos se beneficiem de suas potencialidades sem que haja comprometimento da integridade” (Fernandes *et al.*, 2024, p.347). Também evidenciamos a relevância da formação docente para



o uso da IA, de modo que os professores sintam segurança para utilizá-las na íntegra, explorando todas as suas potencialidades (Duque *et al.*, 2023).

Nesse sentido, o uso excessivo da IA apresenta potencial para criar dependência, uma vez que automatiza atividades simples e rápidas (Santos; Simões; Neves, 2023). Desse modo, “a integração da IA na educação deve ser abordada com cautela para mitigar os potenciais riscos, como o viés e a possibilidade de deslocamento de profissionais” (Oliveira *et al.*, 2023, p.250).

Em relação às potencialidades,

a IA está presente no nosso cotidiano e potencializa as atividades humanas em diversas áreas, inclusive na educação. A IA dispõe do **potencial** para ajudar nos desafios educacionais atuais, proporcionando experiência computacional, inovação, desempenho sustentável e resolução de problemas (D6, p.17).

Desse modo, essa abordagem, a partir do emprego da IA, possibilita a criação de sistemas seguros para a gestão de dados educacionais, permitindo, também, a automatização de processos para a avaliação dos alunos. (Shah *et al.*, 2021). Essa perspectiva sugere que a IA evidencia uma atribuição ao futuro da educação (Barbosa, 2023).

No que concerne aos sistemas,

“a IA envolve diferentes **sistemas** computacionais que usam diferentes algoritmos para as estratégias de tomada de decisão e um grande volume de dados” (D2, p.46).

Quanto a isso, esses sistemas utilizam as tecnologias de *Machine Learning* as quais permitem “conhecer cada vez melhor o usuário a partir do que ele responde e comenta na plataforma virtual” (Teles; Nagumo, 2023, p.6).

Por conseguinte, em relação aos softwares que utilizam IA,

pode-se verificar que a IA na educação tem focado no desenvolvimento de **tutores inteligentes**, os quais não fornecem somente exposição de conceitos, mas também tem inteligência para responder de forma significativa aos estudantes (D2, p.47).

Nesse sentido, ao analisarmos as publicações localizadas durante a pesquisa, inferimos a utilização de *softwares* para os processos de ensino e de aprendizagem. Esses *softwares* são capazes de proporcionar protagonismo aos alunos, envolvendo-os tecnologicamente no aprendizado, bem como auxiliam os professores no desenvolvimento de práticas e estratégias de ensino inovadoras (Shimasaki *et al.*, 2024).

No que tange à tese T1 e à dissertação D1, elas apresentam o uso em comum do *Software DynaLearn*. Esse *Software* permite que os alunos criem modelos conceituais, de modo que manipulem ícones e diagramas por meio do trabalho com o conhecimento autêntico, o qual instiga a reflexão aprofundada sobre os conceitos estudados (Bredeweg *et al.*, 2013). Sobre a dissertação D2, ela apresenta a utilização do *Software Dialogflow*, do *Google*, para o desenvolvimento do *Chatbot STEAMBot*. Assim, o *STEAMBot* foi desenvolvido com o objetivo de contribuir com o ensino e a aprendizagem da área de Ciências da Natureza, nos anos finais do Ensino Fundamental e na aplicação do movimento *STEAM* na educação básica (Marques,



2021). Em relação à dissertação D3, ela retrata o uso de Sistemas Especialistas (SE) para o ensino de Termodinâmica. Assim, se atrelados às IA, são capazes de apresentar conclusões a respeito de um determinado tema, desde que orientados e alimentados devidamente (Albuquerque, 2010). A dissertação D4 retrata o uso do *Software Powtoon* para o ensino de Parasitologia. Desse modo, essa ferramenta permite a criação de vídeos e apresentações animadas a partir da disponibilidade de diferentes recursos (Aranha, 2019). A dissertação D5 retrata o uso do *Software Pnota*, que analisa respostas discursivas baseadas na abordagem de aprendizagem não-supervisionada (Nascimento, 2020). Por fim, em relação às dissertações D6 e D7, elas apresentam o uso em comum do *Software App Inventor*. Esse *Software* apresenta-se como um ambiente de programação *web*, o qual possibilita o desenvolvimento de aplicativos com funcionamento em dispositivos móveis, sem exigir que os usuários detenham conhecimentos aprofundados de programação (MIT, 2016).

Embora a IA apresente potencialidades, como o acesso à educação, a análise de dados e a personalização da aprendizagem (Cardoso *et al.*, 2023), também resulta em determinados riscos e desafios, como a violação da privacidade dos dados, o uso indevido e respostas equivocadas, além de questões éticas (UNESCO, 2019). Portanto, devemos considerar essas tecnologias de IA como parte de uma realidade imparável, e, dessarte, garantirmos a utilização responsável, de modo que possamos usufruir de todos os seus benefícios, de forma ética e segura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a presença da Inteligência Artificial (IA) expandiu-se no cotidiano da sociedade atual, principalmente após o cenário pandêmico, em que o uso das tecnologias ganhou maior evidência. Também, um dos principais motivos para que a utilização da IA tenha se difundido, relaciona-se ao rápido desenvolvimento de novas tecnologias.

Ainda que academicamente não exista uma definição estabelecida para IA, ela pode ser compreendida como uma ramificação das ciências da computação, em que buscamos simular a capacidade humana de pensar e de tomar decisões. Nesse sentido, acreditamos que o emprego da IA no ensino pode potencializar os processos de ensino e de aprendizagem, de modo a contribuir e apoiar professores, uma vez que possibilita a criação de ambientes virtuais seguros para a gestão de dados educacionais e, também, auxilia os alunos, de modo a torná-los protagonistas de seus processos de aprendizagem, envolvendo-os tecnologicamente no conhecimento.

Para além das potencialidades da IA, é necessário que consideremos os riscos e os desafios trazidos com a tecnologia. Assim, seu emprego implica questões éticas que necessitam de cautela para assegurar que os professores e os alunos beneficiem-se de todas as potencialidades do recurso, sem que haja comprometimento da integridade física e mental.

Dessa forma, desta pesquisa, emergiram duas categorias oriundas do processo de Análise de Conteúdo (AC): “Definições e Aplicações da Inteligência Artificial na área de Ciências: Formação Docente para a promoção de Práticas Pedagógicas Inovadoras” e “Riscos, Potencialidades e Desafios no uso de *Softwares* que utilizam Inteligência Artificial”. Essas categorias foram compostas por oito indicadores e três subcategorias e quatro indicadores e duas subcategorias, respectivamente. Esses índices nos mostram que a primeira categoria citada apresentou-se como a categoria com o maior número de indicadores e subcategorias agrupados, a qual nos deu margem para uma discussão com maior robustez.



À vista disso, em relação à integração da IA na área de Ciências, há indícios de que os processos formativos (formação inicial e continuada) vêm sendo desenvolvidos com enfoque nas definições, usos e aplicações, *Softwares* e sistemas que utilizam a IA em conjunto com as tecnologias e ferramentas digitais, sobremaneira, num caráter de inovação tecnológica como potencialidades nos processos de ensino e de aprendizagem. Ainda, há a necessidade do reconhecimento e da análise dos riscos e desafios sobre a interface da IA e educação. Esses indicadores/aspetos desenvolvidos na formação repercutirão nas práticas pedagógicas dos processadores e impactarão os contextos educativos/ambientes educacionais.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. L. de S. **Sistema especialista em termodinâmica: análise da construção de significados mediada por interfaces virtuais**. 2010. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010. Disponível em: <https://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/2178>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- ALMEIDA, L. M. *et al.* A Importância das Tecnologias da Informação e Comunicação no processo de Ensino e Aprendizagem em Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 13, n. 2, p. 54-71, 21 ago. 2023. Disponível em: <https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/638>. Acesso em: 9 maio. 2024.
- Aranha V. L. **Utilização de uma ferramenta digital para o ensino de parasitologia no ensino superior**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.cruzeirosul.edu.br/handle/123456789/361>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- AZEVEDO, D. S. de. Letramento digital: uma reflexão sobre o mito dos “Nativos Digitais”. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 615–625, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.89222. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89222>. Acesso em: 21 jun. 2024.
- BARBOSA, L. M.; PORTES, L. A. F. A Inteligência artificial. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, n. 236, p. 16-27, 2023. Disponível em: https://abt-br.org.br/wp-content/uploads/2023/03/RTE_236.pdf#page=16. Acesso em: 9 maio. 2024.
- BARBOSA, Carlos R. de A. C. Transformações no ensino-aprendizagem com o uso da inteligência artificial: revisão sistemática da literatura. **Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 1-13, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i5.3103. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3103>. Acesso em: 17 jun. 2024
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p. Disponível em: <https://madmunifacs.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/08/anc3a1lise-de-contec3bado-laurence-bardin.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- BERVIAN, P.V.; PANSERA DE ARAÚJO, M. C. Investigação-formação-ação no Ensino de Ciências: perspectivas para a constituição do TPACK dos professores. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 3, p. 431 a 444, 13 ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12845>. Acesso em: 6 maio 2024.
- BRISOLLA, L. A prática pedagógica no ensino superior: planejamento, interdisciplinaridade e metodologias ativas. **Devir Educação**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 77–92, 2020. DOI:



- 10.30905/ded.v4i1.157. Disponível em:
<https://devireducacao.ded.ufla.br/index.php/DEVIR/article/view/157>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- BRUMATTI, J. D. A contribuição da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações na disseminação do conhecimento nas áreas de Humanas e Sociais. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 66–77, 2015. Disponível em:
<https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/309>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- BREDEWEG, B. *et al.* DynaLearn – Um Ambiente de Aprendizagem Inteligente para Aprendizagem de Conhecimento Conceitual. **Revista AI**, [S. l.], v. 4, pág. 46-65, 2013. DOI: 10.1609/aimag.v34i4.2489. Disponível em:
<https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2489>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- 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. 01-25, 2023. DOI: 10.47734/rce.v4iFC.2332. Disponível em:
<https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cienciaevidencia/article/view/2332>. Acesso em: 9 maio. 2024.
- CARDOSO, O. A. de O.; MERCADO, L. P. L. Desenvolvimento de metodologias e estratégias ativas de ensino com TIC na formação de professores para o Ensino Superior. **Revista Diálogo Educacional**, [S. l.], v. 24, n. 80, 2024. DOI: 10.7213/1981-416X.24.080.AO03. Disponível em:
<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/30378>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- CAREGNATO, S. E. Google Acadêmico como ferramenta para os estudos de citações: avaliação da precisão das buscas por autor. **Ponto de Acesso**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 72–86, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/5682>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- CARVALHO, A. C. P. de L. F. de. Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 21–36, jan. 2021. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ea/a/ZnKyrerLVqzhZbXGgXTwDtn/#>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- DUQUE, R. de C. S. *et al.* Formação de professores e a Inteligência Artificial: desafios e perspectivas. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [S. l.], v. 16, n. 7, p. 6864–6878, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.7-158. Disponível em:
<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/1306>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- FERNANDES, A. *et al.* A ética no uso de inteligência artificial na educação: implicações para professores e estudantes. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 346–361, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i3.13056. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13056>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- GUIMARÃES, U. A. *et al.* A utilização das TIC como ferramenta de ensino e aprendizagem nos pós pandemia. **Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. e443055, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i4.3055. Disponível em:
<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3055>. Acesso em: 6 maio 2024.
- JUNIOR, V. B. dos S.; MONTEIRO, J. C. da S. Educação e Covid-19: as Tecnologias Digitais mediando a aprendizagem em tempos de Pandemia. **Revista Encantar**, [S. l.], v. 2, p. 01–15,



2020. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/encantar/article/view/8583>. Acesso em: 6 maio 2024.

KAPLAN, A.; HAENLEIN, M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence, **Business Horizons**, v. 62, n. 1, p. 15-25, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>. Acesso em: 20 jul. 2024.

LEONEL, A. A.; VIDMAR, M. P.; PASTORIO, D. P. Formação para a apropriação e integração de tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de Física. **Revista de Enseñanza de La Física**, Córdoba, v. 33, n. 2, p. 37-44, dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35167>. Acesso em: 08 maio 2024.

LIMA, A. J. S.; PONCIANO, N. P. Tecnologia: sua presença na educação escolar e na formação docente na contemporaneidade. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 6, p. e107120, 2020. DOI: 10.31417/educitec.v6i.1071. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1071>. Acesso em: 16 jun. 2024.

LOPES, J.; SANTOS, M.E.C.; FERREIRA, R. de F.C. Literacia digital e novas competências docentes: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 4, pág. 34873–34887, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n4-105. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/27682>. Acesso em: 21 jun. 2024.

LUGER, G. F. **Inteligência artificial**. Tradução de Daniel Vieira. 6.ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2013. 614p.

MARIN, J. C.; BERVIAN, P. V.; GÜLLICH, R. I. da C. Tecnologias da informação e comunicação (TIC) no ensino de ciências e teorias educacionais: estado do conhecimento. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 8, n. 2, 2019. DOI: 10.35819/tear.v8.n2.a3610. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3610>. Acesso em: 8 maio. 2024.

MARQUES, V. C. **Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente através da utilização da Inteligência Artificial para contribuir para o ensino de Ciências baseado no movimento STEAM**. 2021. 99 f. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1641950>. Acesso em: 20 jul. 2024.

MISHRA, P.; KOEHLER, M., J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Registro universitário de professores**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x?casa_token=QpQJgXCzMYAAAAA:7f3dLuXLHP4hYi6skGvTpfvr5mLJGogZi16lRrhmqUn6tFzG3YyeF8uzYkO1K_8jhjIXtRV9xCQJtQ. Acesso em: 8 maio. 2024.

MIT - Massachusetts Institute of Technology. **About App Inventor**, 2016. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/>. Acesso em: 20 jul. 2024.

MOROSINI, M.; NASCIMENTO, L. M. do; NEZ, E. de. Estado de conhecimento: a metodologia na prática. **Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 8, n. 55, p. 69-81, 2021.



Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/4946>. Acesso em: 20 jun. 2024.

OLIVEIRA, E. *et al.* Análise de conteúdo e pesquisa na área da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, [S. l.], v. 4, n. 9, p. 11–27, 2003. DOI: 10.7213/rde.v4i9.6479. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/6479>. Acesso em: 13 jun. 2024.

OLIVEIRA, L. A. de. *et al.* Inteligência artificial na educação: uma revisão integrativa da literatura. **Peer Review**, [S. l.], v. 5, n. 24, p. 248–268, 2023. DOI: 10.53660/1369.prw2905. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1369>. Acesso em: 20 jun. 2024.

OLIVEIRA, L. S. C. de. *et al.* Apresentação metodológica com uso de tecnologia digital no ensino de ciências. **Revista Sustinere**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 68–89, 2017. DOI: 10.12957/sustinere.2017.26978. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/26978>. Acesso em: 16 jun. 2024.

OLIVEIRA, S. G. As inovações tecnológicas na educação matemática e suas concepções. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 126–140, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i3.1343. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/1343>. Acesso em: 4 jul. 2024.

ROMANOWSKY, J.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez. 2006. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/pesquisa-em-ensino-pos.0242-posensino/romanowski-j.-p.-ens-r.-t.-as-pesquisas-denominadas-do-tipo-201cestado-da-arte201d.-dialogos-educacionais-v.-6-n.-6-p.-37201350-2006>. Acesso em: 06 jun. 2024.

RIEDNER, D. D. T.; PISCHETOLA, M. A Inovação das práticas pedagógicas com uso de tecnologias digitais no ensino superior: um estudo no âmbito da formação inicial de professores. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 64-81, jan. 2021. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-25922021000100064&lng=pt&nrm=iso. Acesso: em 20 jul. 2024.

SANTOS, A. Desafios e Oportunidades da Inteligência Artificial na Educação e na Formação. **Revista de Educação a Distância e E-learning**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2023. Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/lead_read/article/download/34154/23973. Acesso em: 20 jun. 2024.

SANTOS, S. E. de F.; JORGE, E. M. de F.; WINKLER, I. Inteligência Artificial e Virtualização em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem: Desafios e Perspectivas Tecnológicas. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 2-19, 2021. Disponível em http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-25922021000100002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 8 maio. 2024.

SANTOS, V. Z. dos; RESZKA, M. de F.; BORBA, E. Z. Educar Na Era Digital: Processos de Ensinagem com os Nativos Digitais. **Brazilian Journal Of Education, Technology And Society**, v. 14, n. 3, p. 421-436, ago. 2021. Disponível em:

<http://www.brajets.com/index.php/brajets/article/view/750>. Acesso em: 8 maio. 2024.

SHAH, D. *et al.* Exploiting the capabilities of blockchain and machine learning in education. **Augmented Human Research**, v. 6, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41133-020-00039-7>. Acesso em :17 jun. 2024.



- SHIMASAKI, R.; *et al.* Uso de Inteligência Artificial em Sistemas de Tutores Inteligentes. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 507–512, 2024. DOI: 10.17921/2447-8733.2023v24n4p507-512. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/12547>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- SICHMAN, J. S. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 37–50, jan. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/c4sqrthGMS3ngdBhGWtKhh/?format=html#>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 1396–1416, 2020. DOI: 10.34019/2237-9444.2020.v10.31559. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/31559>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- TAVARES, L.A; MEIRA, M.C.; AMARAL, S.F. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 7, p. 48699–48714, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-496. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539>. Acesso em: 09 maio. 2024.
- TELES, L.; NAGUMO, E. Uma inteligência artificial na educação para além do modelo behaviorista. **Revista Ponto de Vista**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 01–15, 2023. DOI: 10.47328/rpv.v12i3.15452. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/15452>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- UNESCO. **International Conference on Artificial Intelligence and Education**, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372249>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**, 2024. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/articles/guia-para-ia-generativa-na-educacao-e-na-pesquisa>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- UNESCO. **Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial**, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_por/PDF/381137por.pdf.multi. Acesso em: 16 jul. 2024.
- VICARI, R. M. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 73–84, jan. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/VqyZbNzYfnCJ8s8Psft4jZf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- VICARI, R. M.; MOREIRA, A. F., MENEZES, P. F. B. **Pensamento computacional: revisão bibliográfica**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197566>. Acesso em: 20 jun. 2024.

Recebido em: 23 de setembro 2024.

Aceito em: 07 de março 2025.