
PRODUÇÃO ACADÊMICO-CIENTÍFICA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CAMPO DA EDUCAÇÃO

ACADEMIC-SCIENTIFIC PRODUCTION ON ARTIFICIAL
INTELLIGENCE IN THE FIELD OF EDUCATION

PRODUCCIÓN ACADÉMICO-CIENTÍFICA SOBRE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Eric Ferdinando Kanai Passone¹, Paula Vilela Miekusz de Vasconcelos²

RESUMO

O presente artigo apresenta uma análise da produção acadêmico-científica sobre a Inteligência Artificial no campo da educação. A abordagem da pesquisa é qualitativa e exploratória, realizada por meio de uma revisão bibliográfica através do banco de dados de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orienta-se por meio da interrogação acerca das possibilidades da utilização da Inteligência Artificial como artifício sociocultural de formação e emancipação humana, além de investigar as contribuições teórico-metodológicas que tais produções aportam ao campo educacional. Com base em referencial teórico crítico, buscou-se inventariar os estudos e compreender como se configuram esse campo de conhecimento e a relação com a educação na sociedade global.

PALAVRAS-CHAVE: Educação. Inteligência Artificial. Sociedade do conhecimento.

ABSTRACT

This article presents an analysis of the production scientific-academic on Artificial Intelligence in the field of education. The research approach is based on qualitative and exploratory studies, carried out through a bibliographic review through the database of journals of the Higher Education Personnel Improvement Coordination. It is guided by questioning the possibilities of using Artificial Intelligence as a sociocultural artifice of academic education and emancipation, in addition to investigating the methodological-theoretical contributions such productions bring to the educational field. Based on a critical theoretical framework, we sought inventorying the studies and understand how knowledge field is configured and the relationship owns it's with education in global society.

KEYWORDS: Education. Artificial Intelligence. Knowledge society.

¹ Doutor em Educação - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, SP - Brasil. Pós-doutorado - Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP - Brasil. Professor titular - Universidade da Cidade de São Paulo (UNICID). São Paulo, SP - Brasil. **E-mail:** ericpassone@yahoo.com.br

² Mestrado em Educação - Universidade Cidade de São Paulo (UNICID). São Paulo, SP - Brasil. Professora titular - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). São Paulo - Brasil. **E-mail:** paulamiekusz@hotmail.com

Submetido em: 17/11/2022 - **Aceito em:** 26/03/2023 - **Publicado em:** 08/04/2024

RESUMEN

Este artículo presenta un análisis de la producción académico-científica sobre Inteligencia Artificial en el campo de la educación. El enfoque de la investigación es cualitativo y exploratorio y se llevó a cabo a través de una revisión bibliográfica a través de la base de datos de revistas de la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior. Se orienta por cuestionar las posibilidades del uso de la Inteligencia Artificial como artificio sociocultural de formación y emancipación humana, además de investigar los aportes teórico-metodológicos que tales producciones traen al campo educativo. A partir de un marco teórico crítico, se buscó inventariar los estudios y comprender cómo se configuran este campo del saber y la relación con la educación en la sociedad global.

PALABRAS CLAVE: Educación. Inteligencia Artificial. Sociedad del conocimiento.

1 INTRODUÇÃO

A denominada terceira Revolução Industrial ou revolução informacional e tecnológica aportou transformações técnico-científicas, econômicas e políticas à sociedade contemporânea as quais vêm promovendo alterações no cotidiano das pessoas, nos costumes, nas necessidades, nas práticas sociais, na formação de novas competências e habilidades cognitivas e na própria compreensão acerca da realidade social em face do crescente domínio da realidade virtual.

Para muitos pesquisadores (Frigotto, 2019; Harvey, 1992; Libâneo; Oliveira; Toschi, 2012; Lyotard, 2009), a aceleração da produção técnico-científica implicou transformações econômicas, políticas, culturais, sociais e educacionais, como exemplos: a globalização dos mercados, a cobrança pela elevação da qualificação dos trabalhadores e a centralidade dos processos de produção de conhecimento e novas regulações políticas na educação. Tais efeitos podem ser resumidos como: os efeitos da acumulação flexível do capital, isto é, a fragmentação e a dispersão da produção econômica; a hegemonia do capital financeiro; a extrema rotatividade da mão de obra; a vertiginosa obsolescência das qualificações para o trabalho como consequência do surgimento incessante de novas tecnologias; o desemprego estrutural causado pela automação e pela alta rotatividade da mão de obra; e a exclusão social, econômica e política (Bernheim; Chauí, 2008).

Desse modo, embora existam diferentes interpretações acerca da compreensão desse fenômeno, os termos comumente utilizados para a definição da realidade atual, tais como “revolução tecnológica”, “era digital”, “sociedade do conhecimento”, “revolução científica e técnica”, etc., indicam o fato de estar em curso uma revolução em que a ciência e a técnica assumiriam o papel da força produtiva, ocasionando “[...] amplas modificações da produção, dos serviços, do consumo e das relações sociais” (Libâneo; Oliveira; Toschi, 2012, p. 70).

A educação a distância, a internet e outros recursos de multimídias e tecnológicos já fazem parte do dia a dia das escolas e vêm acompanhados de uma certa inquietação e busca decorrentes da revolução tecnológica e da necessidade de políticas educacionais, num acentuado movimento de transformação advindo das demandas da sociedade contemporânea. Contudo, a aquisição de equipamentos tecnológicos é apenas a “ponta do *iceberg*” que a revolução tecnológica aporta à escola, na medida em que: “[...] a educação constitui um problema econômico na visão neoliberal, já que é o elemento central desse novo padrão de desenvolvimento” (Libâneo; Oliveira; Toschi, 2012, p. 124), no âmbito da competitividade do mundo globalizado. O paradoxo consiste, por um lado, nas demandas de maior produtividade e rendimento e, por outro, na tendência de diminuição do emprego e utilização de trabalho humano, na medida em que as novas tecnologias operam uma substituição da mão de obra humana.

Nessa perspectiva, Barreto (2004) enfatiza que a quarta revolução do mundo do trabalho está associada a uma profunda precarização das condições de trabalho e do trabalhador na atualidade. Para a autora, o uso constante de termos como: “consumidores”, “clientes”, “pacotes” e “produtos”, no campo educacional, enfatiza que houve uma preparação para deslocar a educação pública ao setor produtivo, como cenário “capitaneado” pela Organização Mundial do Comércio (OMC). Salienta ainda que intitular o docente como “facilitador”, “animador”, “tutor” e “monitor” é muito comum na atualidade e revela certa deslegitimação do papel do professor.

Barreto (2004) destaca que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm sido propostas além dos limites postos pelas tecnologias analógicas, como o quadro de giz e os materiais impressos, para a solução dos mais diferentes problemas na educação, ancoradas no determinismo tecnológico, isto é, apoiadas numa perspectiva neutra e autônoma de tecnologia, que descaracteriza as finalidades educacionais e humanas. A questão que se coloca é como as TICs poderiam representar um processo de inovação instituinte de projetos político-pedagógicos singulares em prol da democratização do ensino.

Em crítica a uma visão economicista de educação oferecida pelo ideário neoliberal, ou como fala Passone (2013), pelo “discurso capitalista na educação”, o reducionismo acerca do papel da escola passaria a ser a capacitação do aluno para atender tão somente o setor produtivo como formação de capital humano, além de conduzir à constituição de uma nova subjetividade, a saber, o consumidor “insaciável” voltado à satisfação de uma demanda de mercado diversificada, refinada e competitiva.

Nesse sentido, pode-se questionar: quais mudanças vêm realmente ocorrendo na educação escolar carregada pelas novas tecnologias? Qual o papel da escola para a sociedade diante dos impactos da revolução tecnológica? Para Costa (1994), citado por Libâneo, Oliveira e Toschi (2012, p. 127), “[...] em vez de um projeto educacional para a inclusão social e para a produção da igualdade, adota-se uma lógica da competição em que a equidade, ou melhor, a mobilidade social é pensada sob o enfoque estrito do desempenho individual”, acirrando as desigualdades sociais, econômicas, culturais, etc.

Desse modo, as determinações e transformações político-econômicas da sociedade apontam para uma compreensão economicista do papel do Estado e da educação no âmbito da globalização e da sociedade do conhecimento. Esse quadro de tendência internacional determina que países em desenvolvimento atendam a uma economia de mercado desregulamentada, visando à diminuição do papel do Estado e dos gastos públicos sociais, o que tem se refletido nas reformas educacionais dos países e nas novas formas de regulação das políticas educacionais pelo mundo. Como agravante dessa organização, observa-se o aumento da exclusão social e do desemprego estrutural tanto nos países desenvolvidos quanto nos países periféricos (Barroso, 2005).

As transformações e mudanças, entretanto, não são apenas sobre o papel social da escola, dado que também se alterou a própria concepção de saber e conhecimento do ponto de vista da formação humana. Na sociedade do conhecimento (Lyotard, 2009), a ênfase do conhecimento a partir do saber científico caracterizaria o cenário contemporâneo cuja essência é estritamente cibernético-informática e informacional. O saber também passaria por transformações radicais, isto é, ele deixaria de se vincular ao princípio tradicional de educação do espírito humano, “[...] segundo o qual a aquisição do saber é indissociável da formação (*Bildung*) do espírito, e mesmo da pessoa [...]”, na medida em que o saber obtido por meio do discurso da ciência “[...] é e será produzido para ser vendido, e ele é e será consumido para ser valorizado numa nova produção: nos dois casos, para ser trocado. Em suma, o saber deixa de ser para si mesmo seu próprio fim; perde-se o seu ‘valor de uso’” para se tornar um “valor de troca” (Lyotard, 2009, p. 4). Assim, o conhecimento e/ou o saber deixariam de ser fontes de emancipação e reflexão humana para serem inscritos como produtos rentáveis e como força de produção. Trata-se, portanto, de pensar a questão da legitimação do saber de outro modo, o que implicaria outras lógicas e finalidades do fazer científico, da pesquisa e da transmissão (ensino), essas fundadas atualmente no “pragmatismo” e na “*performance*”, na medida em que os critérios de “desempenho” (*inputs/outputs*) e “competências” vêm afetá-las (Lyotard, 2009, p. 82).

Uma das mudanças mais sensíveis na área do saber e do conhecimento impacta o papel do ensino e da universidade, a partir da relevância que vem ganhando a subárea de pesquisa sobre Inteligência Artificial (IA) conhecida como “aprendizado de máquina” (*machine learning*), que visa à crescente automatização e permanente inovação no campo de pesquisa e formação, visando a atender às demandas do processo produtivo, por um lado, e de consumo flexível, por outro.

Desse modo, a proposta de uma “cognição computacional” estaria fundamentada na lógica empresarial e mercadológica, à medida que seria “[...] capaz de otimizar os lucros tanto ou mais do que as melhores mentes humanas voltadas à ciência” (Campos; Lastória, 2020, p. 3).

O machine learning é o método científico usando esteroides. Ele segue o mesmo processo de geração, teste e descarte de hipóteses. Porém, enquanto um cientista talvez passe uma vida inteira criando e testando algumas centenas de hipóteses, um sistema de machine learning pode fazer o mesmo em uma fração de segundos. O machine learning automatiza a descoberta. Logo, não é de se surpreender que esteja revolucionando a ciência assim como os negócios. (Domingos, 2017, p. 37).

Desse modo, parte-se da premissa de que as mudanças tecnológicas afetam não somente o modo como se produz conhecimento, mas também sua finalidade e os meios de transmissão e divulgação, terminando por operar uma verdadeira “deslegitimação” do saber como forma de emancipação humana e especulação científica, para reinscrevê-lo na lógica funcional e pragmática que o opera como banco de dados, isto é, mais uma informação que deve ser posta à “administração da prova”, a saber, se ele é útil ou não, eficaz ou não, se serve para alguma coisa ou não, se é rentável ou não.

No que tange à educação e ao ensino, pode-se vislumbrar algumas ações em curso sobre as quais Lyotard (2009, p. 91-92) já alertava:

Na medida em que os conhecimentos são traduzíveis em linguagem informática, e enquanto o professor tradicional é assimilável a uma memória, a didática pode ser confiada a máquinas articulando as memórias clássicas (bibliotecas, etc.) bem como os bancos de dados a terminais inteligentes colocados à disposição dos estudantes.

Os impactos da revolução tecnológica (informática e informacional) sobre a ciência moderna se revela na medida em que existem cada vez mais recursos e financiamentos distribuídos em função do desempenho dos setores de pesquisa de acordo com sua eficácia e resultados. Assim, observa-se a expansão dos estudos e pesquisas sobre a linguagem e a IA, acompanhados pelo “esforço sistemático no sentido de conhecer a estrutura e o funcionamento do cérebro” bem como o mecanismo da vida. Decorrentemente nesse cenário

“[...] predominam os esforços (científicos, tecnológicos e políticos), no sentido de informatizar a sociedade” (Barbosa, 2009, p. VII), o que nos impõe, por si mesmo, novas reflexões acerca do estatuto do saber no mundo contemporâneo.

Uma pesquisa feita pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) publicada em maio de 2020, utilizando as plataformas InCites, Web of Science e Clarivate como fontes, destaca que o número de publicações científicas (do tipo “*article*”, “*proceeding paper*” e “*review*”) em IA triplicou entre os anos de 2000 e 2018, passando de 16.851 para 51.085 produções. Como ilustrado na Figura 1, a China lidera a lista das publicações na área, os Estados Unidos aparecem em segundo e a Índia em terceiro lugar. O Brasil é o décimo segundo produtor do tema. A mesma pesquisa aponta que houve um aumento representativo nas publicações com autores brasileiros, de 242 para 1.236, ou seja, cinco vezes mais nesse período (Figura 1).

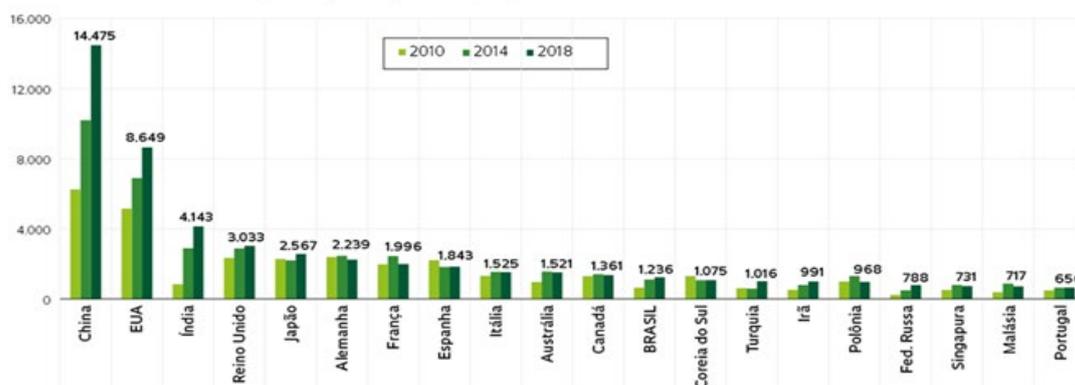


Figura 1. Número de publicações sobre IA no mundo / Número de publicações científicas sobre IA em 2010, 2014 e 2018
 Fonte: Fapesp (2021).

Segundo Cardin e Wolowski (2021), a União Europeia tem discutido algumas questões envolvendo a IA para diminuir as preocupações que indicam a possibilidade, mesmo remota, de o ser humano ser dominado pela máquina futuramente, visto que essas tendem a cometer menos erros do que os homens. Domenici (2020) cita que essas discussões já permeiam a área jurídica como implantação de legislação para diminuir os impactos de desemprego ou regulação de responsabilidade civil sobre os problemas causados aos humanos envolvidos, bem como a área educacional, quanto aos possíveis erros em soluções educacionais voltadas aos alunos.

No Brasil, através da Portaria nº 4.617, de 6 de abril de 2021, institui-se a Estratégia Brasileira de IA e seus eixos temáticos, em que a educação é apontada entre eles.

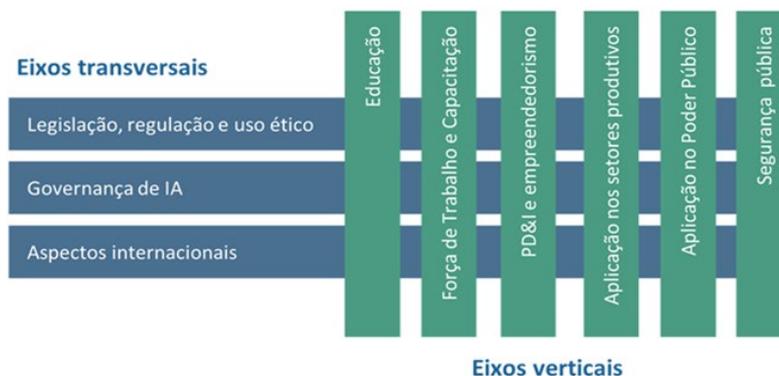


Figura 2. Eixos Temáticos da Estratégia Brasileira de IA
 Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (2021).

Na apresentação da Estratégia Brasileira de IA, destaca-se que, desde os anos 2000, a IA passou a ser objeto de interesse para os veículos de comunicação de grande circulação, havendo também o debate acerca das potencialidades das tecnologias de IA, colocando-as na agenda política, trazendo discussões técnicas e jurídicas de seu uso, de suas possíveis aplicações e de sua interação com o humano nos processos decisórios. Cita duas grandes características do estado atual de desenvolvimento tecnológico:

a) em primeiro lugar, o grande aumento no poder computacional e no acesso a dados de treinamento conduziu a avanços práticos na aprendizagem de máquina (*Machine Learning* - ML), que permitiram sucessos recentes em uma variedade de domínios aplicados, tais como o diagnóstico de câncer na área médica, a automação dos veículos e os jogos inteligentes; b) em segundo lugar, tais avanços chamaram a atenção de formuladores de políticas públicas e de empresas, provocando uma verdadeira corrida pela liderança mundial em IA e, simultaneamente, a discussão acerca da necessidade de regulação ou de políticas públicas em campos tão diversos como o trabalho, a educação, a tributação, pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e ética. Assim, os principais pontos de questionamento dizem respeito aos limites da aplicação da IA, às implicações de seu uso em diferentes domínios econômicos e à necessidade de conjugar a tecnologia com o julgamento humano. (Brasil, 2021, p. 2).

No campo educacional, aparece como desafio a preparação das gerações atuais e futuras para conviver com os impactos das mudanças causadas pela IA. A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017, p. 15) já descrevia, segundo a Estratégia Brasileira de IA:

[...] ressalta-se a importância de avançar nas discussões acerca de temas como recursos educacionais digitais, plataformas adaptativas, práticas pedagógicas inovadoras e a importância de ressignificação dos processos de formação de professores para lidar com os desafios decorrentes da inserção da tecnologia e da IA como ferramenta pedagógica em sala de aula.

Nesse sentido, o presente artigo objetiva apresentar a produção acadêmico-científica sobre IA. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratória e qualitativa, a partir da revisão bibliográfica sistemática de periódicos no banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) nos últimos dez anos.

As seis categorias criadas no estudo se mostraram relevantes para conhecer as atuais contribuições da IA para as ciências da educação, a saber: aprendizagem digital interativa (artigos que trazem desenhos, modelos e sistemas de ensino-aprendizagem que interagem com os usuários como Sistemas de Tutores Inteligentes, Sistemas de Recomendação de Conteúdo, *Chatbot* e Sistemas Especialistas³); avaliação educacional (artigos dedicados a sistemas avaliativos de suporte ao processo educacional); gestão da Educação a Distância (EaD) (artigos que apresentam sistemas para auxiliar no desempenho das equipes de gestão dos cursos a distância); instrumento de pesquisa (artigos que trazem a utilização de modelos e sistemas como Sistemas de Recomendação, Objetos de Aprendizagem e Sistemas Especialistas para serem utilizados em buscas em repositórios e periódicos); revisão conceitual / discussão conceitual (artigos que apresentam, analisam, discutem e descrevem conceitos através de revisões e discussões); e transformação no trabalho (artigos que versam sobre o mundo do trabalho, tratando dos desafios e das transformações na sociedade do conhecimento).

2 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa bibliográfica se dividiu em dois grandes momentos. Inicialmente se utilizou o descritor: “Inteligência Artificial” para conhecer o campo, buscando por “Artigos” nos últimos doze anos, compreendendo entre 01/01/2011 e 31/12/2022, em “qualquer idioma”. Destaca-se que a periodicidade foi suficiente para a pesquisa, na medida em que não se

³ Sistemas de Tutores Inteligentes compreendem ambientes computacionais com inteligência artificial utilizados para aprendizagem; Sistemas de Recomendação de Conteúdo são dispositivos que utilizam algoritmos para analisar o comportamento dos usuários e prover conteúdos personalizados; *Chatbot* é um mecanismo computacional utilizado para conversar com o usuário a partir de linguagem natural; e, Sistemas Especialistas que correspondem aos sistemas computacionais alimentados com conhecimento especializados para resolução de problemas específicos.

identificaram produções com o tema antes de 2013. A escolha do Portal de Periódicos da Capes deve-se por englobar bases de dados nacionais e internacionais no campo da educação.

A busca resultou em 2.872 artigos de Periódicos Revisados por Pares (PRP). Após esse resultado, realizou-se um refinamento que atendia ao critério da pesquisa por tópicos, aplicado pela própria Capes, que separava três categorias para IA e um tópico para educação: “Inteligencia Artificial” sem acento (184 artigos); “Inteligência Artificial” com acento (69 artigos); “*Artificial Intelligence*” em inglês (337 artigos); e “*Education*” (104 artigos), que somavam um total de 694 artigos, representando 24,16% do total. Os outros 75,84% eram artigos classificados em tópicos como Engenharia, Ciência da Computação, Medicina, Algoritmos, entre outros assuntos os quais foram desconsiderados. Nesta análise, consideraram-se 47 artigos para revisão com o critério de “Educação”, desses 13 eram repetidos, portanto ficaram para a análise 34 artigos desse primeiro levantamento.

Em um segundo momento, utilizou-se o descritor: “Inteligência Artificial” e, para refinar a busca, utilizou-se o operador booleano (OPB) “*And*” Educação, compreendendo o mesmo período, entre 01/01/2011 e 31/12/2022, em “qualquer idioma”.

A busca resultou em 231 artigos PRP em fevereiro de 2023. Após aplicar o critério de exclusão, isto é, artigos que não estavam relacionados ao campo da educação e/ou publicações que tratavam apenas de TICs e/ou TDICs, mas não abordavam a IA, consideraram-se 35 artigos para revisão com o critério de “educação”, desses 12 eram repetidos, ficando para a análise 28 produções acadêmico-científicas, totalizando 62 trabalhos para análise.

A leitura dos resumos de 62 artigos resultantes levou à exclusão de 29 trabalhos, que, embora utilizassem o descritor “Inteligência Artificial” nas palavras-chave ou em seus resumos, não abordavam o tema. A análise de conteúdo das 33 produções possibilitou a criação de seis categorias sobre o tema “Inteligência Artificial” no campo da educação, a saber: aprendizagem digital interativa; avaliação educacional; gestão da EaD; instrumento de pesquisa; revisão conceitual / discussão conceitual; e transformação no trabalho. A seguir, apresentam-se cada categoria e os respectivos trabalhos que as compõem.

3 ESTUDOS SOBRE A IA NO PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES

3.1 Aprendizagem digital interativa

Artigos que apontam desenhos, modelos e sistemas de ensino-aprendizagem que interagem com os usuários como: Sistemas de Tutores Inteligentes, Sistemas de Recomendação de conteúdo, *Chatbot* e Sistemas Especialistas. Os trabalhos classificados na categoria estão apresentados com seus estudos no Quadro 1.

Quadro 1. Estudos que tratam da aprendizagem digital interativa

TÍTULO	ANO	AUTORES
Assistente de conhecimento conceitual como um sistema intencional para processos tutoriais em educação a distância	2015	Medeiros, L. F.; Moser, A.; Santos, N.
Conceptual clustering: a new approach to student modeling in Intelligent Tutoring Systems	2018	Reyes-González, Y.; Martínez-Sánchez, N.; Díaz-Sardiñas, A.; Patterson-Peña, M.
Diseño Y desarrollo de un sistema de interacción para su implementación en un aula de clase inteligente	2016	León, C. D.; Montoya, E. M. H.; Arredondo, E. A. G.; López, G. A. M.
Integración de un Chatbot a un LMS como asistente para la gestión del aprendizaje	2020	Arias-Navarrete, A.; Palacios-Pacheco, X.; Villegas-Ch, W.
Metodología de desarrollo de software para plataformas educativas robóticas usando Ros-XP	2019	Ramírez-Bedoya, D. L.; Branch-Bedoya, J. W.; Jiménez-Builes, J. A.
Mobile learning: perspectives	2015	Díaz, J. C. T.; Moro, A. I.; Carrión, P. V. T.
Novos desafios da educação a distância: programação e uso de Chatbots	2019	Barros, D. M. V.; Guerreiro, A. M.
Sistemas Tutores Inteligentes como recurso didático no ensino da Matemática	2019	Carvalho, R. L.; Cabral, R. G.; Ferrer, Y. R.
Software educacional para estudo de Entomologia Básica, utilizando Inteligência Artificial	2020	Toledo, M. V. S.; Toledo, B. S.; Lemos, K. D. C.; Maia, L. C. G.
Um modelo de simulação baseado em raciocínio qualitativo para a educação em ciências	2017	Souza, P. V. T.; Salles, P.; Gauche, R.
Influências das tecnologias da Inteligência Artificial no ensino	2021	Vicari, R. M.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O artigo de Reyes-González e colaboradores (2018) descreve um modelo de engenharia do conhecimento inerente aos Sistemas de Tutores Inteligentes (STI), utilizando o algoritmo *LC-Conceptual clustering*, a partir do reconhecimento de padrões lógicos combinatórios. O STI também tenta simular a forma como o tutor orienta os alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Díaz, Moro e Carrión (2015) discutem os eixos: mobilidade, interação, inteligência artificial e recursos de base tecnológica e propõem um modelo integrado que permita estabelecer um quadro de referência para o trabalho didático. Os autores apresentam “cenários de aprendizagem móvel interativos e inteligentes”, em que os alunos veem e sentem um ambiente adaptado às suas necessidades e estilos de aprendizagem.

O artigo de Carvalho, Cabral e Ferrer (2019) tem como objetivo potencializar a elaboração e uso de novas ferramentas tecnológicas que venham a contribuir como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem, através da implementação de um *software* educacional, sob STI, para solucionar ou minimizar problemas de assimilação de conteúdos matemáticos.

O modelo apresentado por Arias-Navarrete, Palacios-Pacheco e Villegas-Ch (2020) integra a identificação e a avaliação de variáveis por meio da análise de dados que os alunos geram nos sistemas acadêmicos de uma universidade. Uma vez identificadas as necessidades dos discentes, os resultados são transferidos para um *Chatbot* que utiliza IA e é responsável pela tomada de decisões por meio da recomendação de atividades atendendo às necessidades de aprendizagem em um ambiente de Sistema de Gestão de Aprendizagem (*Learning Management System – LMS*).

Ramírez-Bedoya, Branch-Bedoya e Jiménez-Builes (2019) expõem uma metodologia baseada no processo ágil de *eXtreme Programming (XP)* para o desenvolvimento de *software* orientado por robôs em plataformas educacionais. Argumentam que essas plataformas são utilizadas na parte acadêmica para o ensino de princípios de robótica ou em currículos voltados principalmente para engenharia.

Barros e Guerreiro (2019) dissertam sobre uma nova abordagem para diminuir o tempo e o suporte aos alunos e potencializar o uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem através da programação e do uso de um *Chatbot* (Assistente Virtual) na EaD.

O artigo de León e colaboradores (2016) apresenta o desenho e o desenvolvimento de um sistema de interação que utiliza diferentes estratégias para interagir com os conteúdos propostos para a sala de aula inteligente.

Souza, Salles e Gauche (2017) investigaram a efetividade de materiais didáticos fundamentados em técnicas desenvolvidas em Raciocínio Qualitativo (RQ), área da IA que utiliza o raciocínio simbólico para representar funções matemáticas sem o uso de números e com relações de causalidade explicitamente modeladas.

Medeiros, Moser e Santos (2015) descrevem o Assistente de Conhecimento Conceitual (ACC), uma ferramenta com arquitetura “multiagente” construída para a interação com o usuário através de processamento de linguagem natural (IA), com o objetivo de fornecer conhecimentos relacionados a um domínio específico, tendo a finalidade de atuar como tutor de conteúdo em EaD.

Toledo e colaboradores (2020) apresentam um *software* Sistema Especialista (SE) para o auxílio da identificação das principais ordens e famílias de insetos, baseando-se na fundamentação teórica sobre Entomologia e *Software* Educacional. O recurso tem por objetivo auxiliar os professores em suas aulas, favorecendo a aprendizagem dos alunos e dos profissionais em suas pesquisas de análises entomológicas.

Por fim, Vicari (2021) reflete sobre a utilização futura da IA e outras tecnologias na educação e no ensino. Segundo a autora, o desafio consiste em desenvolver modelos educacionais colaborativos, criativos e motivacionais, que atentem para o uso consciente da IA. Nesse sentido, a tendência da tecnologia educacional oscilaria entre “[...] personalizar a educação e ser assertiva com seus usuários, ou avançar no desafio de construir tecnologias que considerem a interação social, com resultados aceitáveis para a educação” (Vicari, 2021, p. 81).

3.2 Avaliação educacional

Artigos dedicados a sistemas avaliativos de suporte ao processo educacional. Os trabalhos classificados nesta categoria estão apresentados com seus estudos no Quadro 2.

Quadro 2. Estudos que tratam da avaliação educacional

TÍTULO	ANO	AUTORES
Análisis del comportamiento en entornos de e-learning	2015	Gonçalves, S.; Carneiro, D.; Fdez-Riverola, F.; Novais, P.
Una aproximación del efecto en el aprendizaje de una lengua extranjera debida a la obtención de datos a través de exámenes en línea de idiomas	2017	Magal-Royo, T.; Laborda, J. G.
Identificação de deficiências em textos educacionais com a aplicação de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina	2022	Pinho, C. M. A.; Moura, A. F.; Gaspar, M. A.; Napolitano, D. M. R.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O artigo de Gonçalves e colaboradores (2015) apresenta um módulo de análise de tensão durante uma avaliação *on-line* com alunos, sendo capaz de indicar ao professor os momentos mais propícios para intervir, bem como mostrar os conteúdos que apresentam maiores dificuldades.

O trabalho de Magal-Royo e Laborda (2017) estabelece diretrizes para aplicar os conceitos de *Big Data* no contexto específico de testes de avaliação de linguagem como segunda língua. Concluem que a Inteligência Artificial Orientada à Educação (AIEd) permite adaptar os itinerários de aprendizagem de um usuário por meio de processos indutivos a partir da extração de dados obtidos nas evidências de treinamento gerado ao longo de sua vida escolar.

Pinho e colaboradores (2022) analisam o emprego de técnicas de Processamento de Linguagem Natural e Aprendizado de Máquina para identificar deficiências em textos educacionais, utilizando-se da correção de 695 redações em língua portuguesa. Concluem que a utilização de tais técnicas auxilia o trabalho de avaliação dos professores, na medida em que identificam as “redações cujo conteúdo foge à temática proposta na prova”, além de identificar erros na escrita, como a coesão textual ou texto insuficiente.

3.3 Gestão da EaD

Artigos que apresentam sistemas para auxiliar no desempenho das equipes de gestão dos cursos a distância. Agruparam-se dois trabalhos acadêmicos nesta categoria. Os trabalhos categorizados como Gestão da EaD estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Estudos que tratam da gestão da EaD

TÍTULO	ANO	AUTORES
Ambiente virtual de aprendizagem orientado à legislação: um estudo de caso na gestão da educação profissional a distância	2017	Moreira, M. I. G.; Costa, A. C. R.; Aguiar, M. S.
Inteligencia Artificial para predecir la lealtad a la universidad	2019	Rodríguez, G. C.; Martínez, R. G.; Navalón, J. G. M., Roman, C. P.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Rodríguez e colaboradores (2019) investigam como a IA permite, a partir da percepção da identidade visual, comunicação, comportamento, cultura corporativa e imagem, prever a fidelização de alunos, professores e egressos para fornecer aos diferentes gestores informações para a gestão das Instituições de Ensino Superior (IES).

Moreira, Costa e Aguiar (2017) propõem um modelo para melhorar a qualidade da gestão administrativa e acadêmica, por meio de IA, a partir de Sistemas Multiagentes (SMA), observando a importância de os gestores manterem o foco na legislação existente para a EaD. O modelo proposto visa à automatização das funções de controle em relação à legislação, às ações e aos planos que os agentes devem realizar.

3.4 Instrumento de pesquisa

Artigos que trazem a utilização de modelos e sistemas (Sistemas de Recomendação, Objetos de Aprendizagem e Sistemas Especialistas), para busca em repositórios e periódicos. Os autores enquadrados nesta categoria estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4. Estudos que tratam de instrumentos de pesquisa

TÍTULO	ANO	AUTORES
Aplicativo Mobile para avaliar a acessibilidade de objetos de aprendizagem utilizando um Sistema Especialista	2020	Guerra, P. A. C.; Silveira, S. R.; Bertolini, C.; Parreira, F. J.; Ulbricht, V. R.
BROA: an agent-based model to recommend relevant learning objects from repository federations adapted to learner profile.	2013	Rodriguez, P. A.; Tabares, V.; Duque, N. D.; Ovalle, D. A.; Vicari, R. M.
Un enfoque de Machine Learning en el desarrollo de Sistema Recomendadores para Procesos de Investigación	2020	Moya, D.; Tapia, L.; Albán, M.; Rodríguez, G.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Moya e colaboradores (2020) indicam o desenho de um sistema de recomendação para grupos de pesquisa (voltados para IES). O resultado foi um sistema de IA capaz de relacionar dados da rede simultaneamente e o agrupamento de pesquisadores.

O estudo de Rodriguez e colaboradores (2013) propõe um modelo de aprendizado denominado *Learning Object Search, Retrieval & Recommendation System*, para recomendar Objetos de Aprendizagem (OAs) relevantes, adaptados ao perfil do aluno.

O artigo de Guerra (2020) apresenta o desenvolvimento de um aplicativo *mobile* para avaliar a acessibilidade aos materiais didáticos digitais para as pessoas com deficiência.

3.5 Transformação no trabalho

Artigos que versam sobre o mundo do trabalho, tratando dos desafios e das transformações na sociedade do conhecimento. Nesta categoria foram agrupados dois trabalhos acadêmicos, conforme o Quadro 5.

Quadro 5. Estudos que tratam de transformação no trabalho

TÍTULO	ANO	AUTORES
El impacto de la Inteligencia Artificial en el trabajo	2019	Corvalan, J. G.
Transformações no mundo do trabalho e política pública educacional no Brasil	2020	Siqueira, L. M. L. C.; Souza, L. N.
O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores	2021	Parreira, A.; Lehmann, L.; Oliveira, M.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Corvalan (2019) traz uma investigação de como o avanço da IA e da robótica afeta o emprego e como as pessoas devem se adaptar a esse novo ambiente de trabalho.

Siqueira e Souza (2020) discutem como, a partir dos anos de 1990, o mercado de trabalho brasileiro passou por transformações decorridas da economia e da política que aceleraram o processo de integração dos sistemas produtivos e financeiros globais.

Já Parreira, Lehmann e Oliveira (2021) estudam a percepção do impacto das novas tecnologias sobre a profissão docente. Foram aplicados questionários para 116 professores universitários e do ensino médio. Os resultados mostram que os professores têm uma atitude positiva com relação às tecnologias, estas consideradas como possibilidades para o desenvolvimento de competências humanas que requerem mais flexibilidade e capacidade de adaptação, tais como estas competências transversais: escuta ativa, estilo de interação resolutivo, liderança e atitude de pesquisador.

3.6 Discussão conceitual

Artigos que apresentam, analisam, discutem e descrevem conceitos através de revisões e discussões. As produções classificadas nesta categoria estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6. Estudos que tratam de revisão conceitual / discussão conceitual

TÍTULO	ANO	AUTORES
Aprendizaje e inteligencia artificial en la era digital: implicancias socio-pedagógicas ¿reales o futuras?	2018	Obando, E. S.
Brief review of educational applications using data mining and machine learning	2017	Nájera, A. B. U; Mora, J. L.C.
Concepciones sobre el aprendizaje y su relación con las prácticas pedagógicas	2018	Patiño, M. R. M.
Conhecimento e aprendizagem na educação superior: desafios curriculares e pedagógicos no século XXI	2020	Pacheco, J. A.; Sousa, J.; Maia, I. B.
Education, Big Data and artificial intelligence: mixed methods in digital platforms.	2020	Bonami, B.; Piazzentini, L.; Dala-Possa, A.
Educación versus tecnología y su convergencia hacia la IA	2018	Rozo, J. J. P.; Velásquez, H. E. P.; Silva, R. G.
El futuro de la interacción aprendiz-interfaz, una visión desde la tecnología educativa	2020	Silva, N. A. J. A.
Inteligência artificial, educação e trabalho: entrevista com Eric Aislan Antonelo	2019	Rocha, T.
Teaching in business administration: a customized process driven by technological innovations	2020	Bigne, E.
Inteligência artificial e virtualização em ambientes virtuais de ensino e aprendizagem: desafios e perspectivas tecnológicas	2021	Santos, S. E. DE F.; Jorge, E. M. DE F.; Winkler, I.
Propósitos de la educación frente a desarrollos de Inteligencia Artificial	2021	Barrios-Tao, H.; Díaz, V.; Guerra, Y.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Em seu artigo, Obando (2018) descreve as contribuições feitas pela psicologia cognitiva na compreensão da revolução digital na instituição escolar, destacando a importância de superar o modelo analógico pelo digital. Traz em sua conclusão a importância de os países construírem políticas públicas que tornem a educação ética, inclusiva e com qualidade digital.

Rozo, Velásquez e Silva (2018) destacam aspectos de ética, de segurança e de impacto social como elementos fundamentais, na medida em que o controle da tecnologia não deve permitir uma total desumanização.

Bigne (2020) disserta sobre as implicações dos processos de aprendizagem de transformação digital interativa, IA e personalização de conteúdo, envolvendo três tipos de processos de atividades de ensino-aprendizagem: aprendizagem digital, análise de aprendizagem e aprendizagem individualizada.

Bonami, Piazzentini e Dala-Possa (2020) apresentam uma análise da educação por meio das competências do século XXI e dos impactos do desenvolvimento da IA na era das plataformas, através de três eixos metodológicos: pesquisa, aplicação e avaliação.

Patiño (2018) explica que a ciência cognitiva continua a ser um processo interno e individual, centrado nas formas de raciocínio, criação e comunicação do conhecimento, e como a IA pode alcançar ou mesmo superar esse processo.

Pacheco e colaboradores (2020) defendem a eficácia e a atenda para as necessidades de mercado, trazendo a discussão de que o desafio principal à organização do currículo é pontual: o questionamento sobre qual conhecimento atualmente é significativo se considerar para a valorização das ciências e das tecnologias que impactam a economia.

Silva (2020) faz a previsão que os trabalhos futuros estarão vinculados às formas, temas e aplicações que já existem operacionalmente na tecnologia educacional em pelo menos três áreas de desenvolvimento principais que impactarão a compreensão e a prática educativa: avaliação de interações tecnológicas instrucionais no domínio da aprendizagem; capacidades de agentes educacionais inteligentes; e escopo de algoritmos preditivos massivos na educação.

Nájera e Mora (2017) oferecem uma visão geral de vários aplicativos que usam as disciplinas Mineração de Dados e Aprendizado de Máquina na educação, como redes neurais artificiais, árvores de decisão, aprendizado *bayesiano* e métodos baseados em instâncias.

Rocha (2019) abordou temas como: IA simbólica e IA conexionista; *Machine Learning*, *Deep Learning* e Processamento de Linguagem Natural, além do surgimento e desenvolvimento da IA e sua relação com o mundo do trabalho.

Santos e colaboradores (2021) refletem como a tendência de ampliação de pesquisas sobre a incorporação de tecnologias pode contribuir com o processo de inovação de técnicas de ensino-aprendizagem a partir da discussão de algumas técnicas de IA e virtualização incorporadas em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem.

Barrios-Tao, Díaz e Guerra (2021) abordam os impactos da IA com relação à visão humanista, à autonomia, à equidade, à formação integral e mesmo ao direito à educação. Em outra perspectiva, buscam uma compreensão do processo em curso que aproveita as possibilidades do desenvolvimento tecnológico aos propósitos educacionais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a revisão bibliográfica da produção acadêmico-científica sobre IA, a partir do portal de periódicos da Capes, e a análise dos trabalhos citados acima, observa-se que o aumento de pesquisas sobre a incorporação de tecnologias de IA poderá contribuir com o processo de inovação de técnicas de ensino-aprendizagem, constituindo um campo de conhecimento emergente e em pleno desenvolvimento no campo educacional brasileiro.

A tendência crescente de desenvolvimento de modelos e sistemas de ensino-aprendizagem que interagem com os usuários, como os Sistemas de Tutores Inteligentes, os Sistemas de Recomendação de Conteúdo, os *Chatbots*; as ferramentas de suporte ao processo educacional, personalização do processo de ensino-aprendizagem e predição de resultados; as ferramentas de pesquisa, utilizadas em buscas em repositórios e bancos de dados; o aumento de publicações e estudos que apresentam, analisam, discutem e descrevem conceitos; todas essas dimensões implicam uma nova realidade que impacta não somente a educação, mas todos os setores da sociedade, revelando os desafios e as transformações impulsionadas pela/na sociedade do conhecimento.

Os estudos de corte crítico mostram que é necessário se educar para o uso consciente da IA, como propagado por agências como Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) e Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef). Além do desafio de se desenvolver modelos educacionais colaborativos, criativos e motivacionais. Nesse sentido, a tendência da tecnologia educacional deverá garantir tanto a personalização e assertividade da educação com seus usuários quanto garantir tecnologias que considerem a interação social, a criatividade, a autonomia e a responsabilidade cidadã.

Os trabalhos também destacam a importância de os países construírem políticas públicas que tornem a educação ética, inclusiva e com qualidade digital, principalmente quando se observa que tais estudos estão fortemente relacionados ao uso de tecnologia no setor privado da educação e à ausência de políticas públicas que garantam equidade na oferta de tais inovações tecnológicas, acompanhada de formação, autonomia, pesquisa e articulação com o currículo. Tal realidade bem pode ser compreendida como um aumento

das desigualdades educacionais entre os sistemas públicos e privados de ensino, aprofundando o abismo psicossocial presente na educação brasileira.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Wilmar do Valle. Tempos pós-modernos. *In*: LYOTARD, Jean-François. **A condição pós-moderna**. Rio de Janeiro: José Olympio, 2009.

BARRETO, Raquel Goulart. Tecnologia e educação: trabalho e formação docente. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1181-1201, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/6HmDSHGqC5VC3RSNtYWZmWS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2020.

BARROSO, João. O Estado, a educação e a regulação das políticas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1105-1126, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v26n92/v26n92a02.pdf> Acesso em: 7 jun. 2020.

BERNHEIM, Carlos Tünnerman; CHAUI, Marilena Souza. **Desafios da universidade na sociedade do conhecimento**: cinco anos depois da conferência mundial sobre educação superior. Brasília, DF: Unesco, 2008.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Gabinete do Ministro. Portaria GM nº 4.617, de 6 de abril de 2021. Institui a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial e seus eixos temáticos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 abr. 2021.

CAMPOS, Luis Fernando Altenfelder de Arruda; LASTÓRIA, Luiz Antônio Calmon Nabuco. Semiformação e inteligência artificial no ensino. **Pro-Posições**, Campinas, v. 31, e20180105, 2020. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-73072020000100500&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 7 jul. 2020.

CARDIN, Valéria; WOLOWSKI, Matheus Ribeiro Oliveira. Implicações jurídicas do uso da inteligência artificial no processo educacional: pode a máquina substituir um professor humano. **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 1, n. 63, p. 198-220, 2021.

DOMENICI, Thiago. Faculdades da Laureate substituem professores por robôs sem que alunos saibam. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2 maio 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2020/05/faculdades-da-laureate-substituem-professores-por-robo-sem-que-alunos-saibam.shtml>. Acesso em: 2 mar. 2022.

DOMINGOS, Pedro. **O algoritmo mestre**: como a busca pelo algoritmo de machine learning definitivo recriará nosso mundo. São Paulo: Novatec, 2017.

FAPESP. Publicações científicas sobre inteligência artificial. **Revista FAPESP**, São Paulo. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/publicacoes-cientificas-sobre-inteligencia-artificial1/> Acesso em: 20 abr. 2021.

FRIGOTTO, Gaudêncio. O ataque à educação pública e à democracia pelas contrarreformas e o fundamentalismo aula magna proferida no curso de Pedagogia - Niterói, da Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense, em agosto de 2019. **RevistAleph**, Niterói, n. 33, p. 13-32, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/revistaleph/article/view/40172/23142> . Acesso em: 20 abr. 2021.

HARVEY, David. **The condition of postmodernity**: an enquiry into the origins of cultural change. Cambridge, MA: Blackwell, 1992.

LIBÂNIO, José Carlos; OLIVEIRA, João Ferreira de; TOSCHI, Mirza Seabra. **Educação escolar**: políticas, estrutura e organização. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LYOTARD, Jean-François. **A condição pós-moderna**. Rio de Janeiro: José Olympio, 2009.

PACHECO, José Augusto; SOUSA, Joana; MAIA, Ila Beatriz. Conhecimento e aprendizagem na educação superior: desafios curriculares e pedagógicos no século XXI. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 20, n. 65, p. 528-575, 2020. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/26460> . Acesso em: 18 jan. 2021.

PASSONE, Eric Ferdinando Kanai. Psicanálise e educação: o discurso capitalista no campo educacional. **ETD [online]**, v.15, n.3, p.407-424. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1676-25922013000300002&script=sci_abstract . Acesso em: 11 mai. 2023.

Revisão gramatical realizada por: Felipe Aragão Freitas Carneiro.

E-mail: felipearagaofc@hotmail.com