

Inteligência Artificial na Educação: *Survey***Artificial Intelligence in Education: *Survey***

DOI:10.34117/bjdv6n7-496

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 20/07/2020

Luis Antonio Tavares

Discente de doutorado da Faculdade de Educação da UNICAMP
Professor do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais - Campus Pouso Alegre
E-mail: luis.tavares@ifsuldeminas.edu.br

Matheus Carvalho Meira

Discente de doutorado da Faculdade de Educação da UNICAMP
Professor do Instituto Federal de São Paulo - Campus Capivari
E-mail: m108479@dac.unicamp.br

Sergio Ferreira do Amaral

Coordenador do Laboratório de Inovação Tecnológica Aplicada na Educação - LANTEC e
Professor da Faculdade de Educação da UNICAMP
E-mail: amaral@unicamp.br

RESUMO

Com o avanço significativo da ciência e tecnologia, a aplicação da Inteligência Artificial é uma realidade presente em vários campos, desde automação na indústria até diagnósticos na área médica. Contudo, o impacto na Educação destas novas mudanças, provocadas pela Inteligência Artificial, parece ser menos presente em relação ao seu potencial. Neste contexto, o trabalho apresenta uma revisão exploratória com o objetivo de detectar caminhos e estudos de Inteligência Artificial na Educação nos últimos anos. A exploração foi determinada a partir de parâmetros bibliométricos e buscas no Web of Science para compreensão dos caminhos que a IA vem tomando na Educação. A análise dos resultados ocorreu a partir da categorização das principais vertentes abordadas dentre os artigos mais citados de IA na Educação. As principais vertentes que permeiam Tutores Inteligentes a *Machine Learning* na Educação são apresentadas. Em conclusão, o trabalho pretende apresentar as principais linhas de pesquisas de IA na Educação e assim evidenciar tendências de estudos.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Inteligência Artificial na Educação, Tecnologia na Educação, Sistemas Tutores Inteligentes.

ABSTRACT

With the significant advance of science and technology, the impact of Artificial Intelligence is a reality present in several fields, from the industry automation to medical diagnostics. However, the impact of these new changes caused by Artificial Intelligence seems to be less present on Education, despites to their potential. In this context, the work presents an exploratory review in order to detect paths and studies of Artificial Intelligence in Education in recent years. The research was based on bibliometric parameters and searches on the Web of Science platform. The objective was to understand the paths that AI has been taking in Education. The analysis of the results occurred from the categorization of the main aspects addressed among the most cited articles of AI in Education.

The main subjects from Intelligent Tutoring to *Machine Learning* in Education are presented. In conclusion, the work intends to present the main lines of AI research in Education and thus show trends in studies.

Keywords: Artificial intelligence, Artificial intelligence in education, Technology in education, Intelligent tutoring systems.

1 INTRODUÇÃO

O significativo avanço tecnológico abre possibilidades a uma era em que a Inteligência Artificial (IA) está transformando a sociedade e essas transformações estão ficando cada vez mais nítidas. Sistemas de localização, sistemas de entretenimento por stream, bots em canais de atendimento, redes sociais e smartphones são apenas alguns dos exemplos nos quais podemos notar sua influência.

A tecnologia também tem provocado grandes mudanças na economia com a automatização de serviços, automação industrial, transações eletrônicas, comunicação, entre outros. No entanto, apesar do impacto dessas mudanças na nossa sociedade, as atividades educacionais ainda se apropriam da tecnologia em passos lentos.

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão exploratória do tema Inteligência Artificial na Educação buscando identificar os caminhos que os estudos de IA na Educação têm tomado nos últimos anos. O estudo pretende identificar e apresentar as vertentes que têm sido exploradas, artigos importantes, autores e outros dados relevantes no estudo deste campo do conhecimento.

Assim, neste contexto, serão discutidas sobre algumas das linhas de pesquisa principais da IA na Educação, procurando compreender como este campo tem se desenvolvido. Pois os diferentes campos dos saberes têm se apropriado da IA em suas tarefas, alguns de forma mais intensa, outros de forma mais gradativa. Realizar pesquisas e estudos da IA na educação irá propiciar uma apropriação da IA de forma mais amigável para educação.

Estudar o uso da IA na educação é uma forma de buscar soluções que possam agregar valor para o processo de ensino-aprendizagem, para apoiar professores e alunos, porém, sem negligenciar o aspecto humano, sem esquecer habilidades como ética e responsabilidade, trabalho em equipe e flexibilidade, habilidades de pensamento (pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade) e gestão do conhecimento, habilidades citadas por Bates (2015) como essenciais para a sociedade da informação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho foram exploradas as principais linhas de pesquisa dentro dos estudos da Inteligência Artificial aplicada à Educação. As vertentes identificadas, aqui descritas, foram resultado de uma pesquisa bibliográfica. De modo a privilegiar a leitura e organização lógica textual do trabalho, neste primeiro instante, são apresentados e definidos os principais conceitos, das vertentes, representando as linhas de aplicação de IA na Educação. Nas seções subsequentes, será detalhado e explicado o estudo exploratório, apresentando os critérios bibliométricos para seleção e análise textual dos artigos obtidos a partir da base do Web Of Science.

2.1 IA NA EDUCAÇÃO

Bates (2015) define a inteligência artificial como a representação em software dos processos mentais usados na aprendizagem de humanos. Segundo Bates, as tentativas de replicar o processo de ensino usando a inteligência artificial (IA) começaram por volta dos anos 1980, inicialmente no ensino da aritmética. Apesar de muitas pesquisas em IA para o ensino nas últimas 3 décadas, os resultados não têm sido satisfatórios. Mostrou-se difícil para as máquinas lidar com a grande variedade de formas pelas quais os estudantes aprendem (ou não conseguem aprender) e, apenas recentemente temos observado maiores avanços, como por exemplo, na aprendizagem adaptativa.

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

Alguns exemplos de aplicação de IA na educação são: aprendizagem adaptativa, tutores inteligentes, ferramentas de diagnósticos, sistemas de recomendação, classificação de estilos de aprendizagem, mundos virtuais, gamificação e mineração de dados aplicada à educação.

2.2 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES

Atualmente, após completar cerca de 5 (cinco) décadas de evolução, os esforços na utilização dos Sistemas de Tutoria Inteligente (Intelligent Tutoring Systems - ITS) vem sendo considerados amplamente aceitos como assistentes curriculares. Sua notoriedade foi consideravelmente aumentada nos anos 90 (noventa) a medida em que a popularização dos computadores passou a disponibilizar aplicativos educacionais e métodos considerados mais inteligentes foram utilizados para melhorar a eficácia instrucional dos ITS conforme explicam

Cooper, Nam e Si (2012). O ITS está fundado nas concepções que combinam a IA, a instrução auxiliada por computador (CAI) e a psicologia cognitiva (CHEN e ZHANG, 2019). Com objetivo de posicionamento, o ITS pertence ao arcabouço da área de IA e subárea de Sistemas Especialistas.

Em tempos contemporâneos, as ações com envolvimento dos ITS admitem um crescimento acelerado. Em busca da exploração, com finalidade em tornar os tutores virtuais mais humanos, pesquisadores investigam paradigmas de tutoria, modelagem dos alunos, modelagem de instrução, planejamento curricular adaptativo e interfaces com o usuário (YANG, 2012).

“Sistema Inteligente de Tutoria (ITS): Um ITS é um sistema de computador que fornece instrução personalizada ou feedback aos alunos sem muita intervenção de professores humanos” (COOPER, NAM e SI, 2012, p. 138).

Um ITS pode apresentar vários benefícios com objetivo de permitir instruções eficazes: (1) apresentar instrução individualizada que permite que todos os alunos acessem o mesmo currículo com diferentes pontos de entrada e tarefas de aprendizado que são adaptadas às necessidades dos alunos; (2) capacitar os alunos a atingirem níveis de proficiência similares de maneira mais eficiente; e (3) A partir de um design apropriado, o ITS pode capacitar professores a se concentrarem em um pequeno subconjunto de alunos que precisam de ajuda extra e, assim, fornecer instruções mais eficazes (COOPER, NAM e SI, 2012).

Cada vez mais tem sido dada maior atenção a fim de exibir a importância do ITS para modificar o modelo e o ambiente de ensino considerado tradicional. Com referências relacionadas a um sistema de ensino inteligente e em tecnologias, como a mineração de dados, as iniciativas que envolvem os ITS ganham, a cada instante, maior grau de destaque em se tratando de bibliotecas e recursos para o enriquecimento do ensino e aprendizagem (CHEN e ZHANG, 2019).

2.3 SISTEMAS DE ENSINO ADAPTATIVO OU APRENDIZAGEM PERSONALIZADA E ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Soflano, Connolly e Hainey (2015) caracterizam como adaptativo a habilidade de um sistema de identificar preferências ou característica do usuário e, baseado nessas informações, customizar suas tarefas. No contexto pedagógico, uma aprendizagem adaptativa visa usar tecnologia para atender as necessidades individuais de aprendizagem dos discentes.

Segundo Tseng et al. (2008), para prover uma aprendizagem adaptativa efetiva ao discente é importante entender os comportamentos de aprendizagem dos estudantes. Neste contexto, observamos a aprendizagem adaptativa frequentemente relacionada ao conceito de estilos de

aprendizagem (TSENG et al., 2008; MULWA, 2010; MUSTAFA e SHARIF, 2011; ÖZYURT et al., 2013).

O conceito de estilo de aprendizagem é explicado por Akkoyunluo e Soylu (2008) como sendo a preferência dos estudantes por métodos de aprendizagem específicos, pois as pessoas aprendem de diferentes formas. Por exemplo, algumas pessoas são mais visuais, outras têm uma percepção auditiva mais forte. Para Özyurt et al. (2013), conhecer os estilos de aprendizagem e desenvolver atividades relacionadas a esses estilos provou que muitos estudantes considerados com dificuldade no aprendizado, ao trabalhar em um ambiente adequado a seus estilos, conseguem aprender facilmente.

Neste sentido, há o desenvolvimento de vários projetos que procuram desenvolver soluções tecnológicas com base em IA para identificar os perfis de aprendizagem do aluno e/ou promover uma trilha de aprendizagem adaptativa às suas necessidades (ALMOHAMMADI et al., 2017; DE MELO et al., 2014).

2.4 APRENDIZADO DE MÁQUINA

Aprendizado de Máquina (no inglês, Machine Learning) é, basicamente, o conceito de máquinas com a capacidade de aprenderem sozinhas a partir de volumes de dados, reconhecendo padrões e criando relações entre estes. Um dos usos mais comuns para as técnicas de aprendizado de máquina é utilizar os algoritmos de Machine Learning para, a partir de situações já conhecidas, prever ou classificar novas situações dentro do mesmo contexto.

Todos os métodos de aprendizado de máquina podem ser divididos em aprendizado supervisionado e aprendizado não supervisionado. Segundo Quin e Chiang (2019), o aprendizado supervisionado usa situações conhecidas para prever novas situações, enquanto no aprendizado não supervisionado os dados são analisados sem treinamento prévio, apenas buscando correlações no próprio conjunto de dados. Um exemplo de aprendizado não supervisionado seria uma situação de clusterização, que procura agrupar elementos com uma maior semelhança dentro de um conjunto de dados.

Um aspecto que difundiu o uso do Machine Learning é que há várias bibliotecas alto nível, o que torna seu uso fácil e intuitivo e aplicável para fazer previsões e classificações nas diversas áreas do conhecimento. Trata-se de uma técnica muito utilizada nas últimas décadas em vários campos, que ganhou novas perspectivas com a concepção do Deep Learning, um novo estado da arte do aprendizado de máquina que une conceitos de redes neurais aos conceitos de Machine Learning. Alguns pesquisadores consideram a mineração de dados sinônimo de aprendizado de

máquina. Não há dúvida de que algumas técnicas de Mineração de Dados (Data Mining) usam apropriadamente algoritmos de aprendizado de máquina. Essas técnicas podem ser usadas para classificações ou previsões dentro do contexto da aprendizagem escolar.

2.5 MINERAÇÃO DE DADOS

Considerando que as ferramentas estatísticas convencionais possam ser utilizadas para analisar dados de pesquisas, torna-se um desafio quando se deseja realizar análises mais profundas em grandes volumes de dados, destacando o Big Data. Para o Gartner Inc (2015), o Big Data é definido como “alto volume, velocidade e variedade de ativos de informações que exigem formas inovadoras de processamento para melhores percepções na tomada aprimorada de decisão”. Neste contexto, se apresenta a Mineração de Dados (no inglês, Data Mining) como uma abordagem de busca em grandes bancos de dados que permite a exploração e a descoberta de informações que podem revelar estruturas de conhecimento.

O Data Mining surge como um processo de preparação e extração de conhecimentos em grandes bases de dados de modo sistemático, interativo e iterativo. Antes mesmo do processo de Data Mining, existe a necessidade de compreensão das terminologias correspondentes aos dados, informação e conhecimento. Os dados são considerados não estruturados, números ou valores de uma determinada tabela, signos ou simbologias. As informações podem ser consideradas como uma fonte que permitem agregar significado e proficiência aos dados, como um determinado valor compreendido em uma descrição. E finalmente o conhecimento, proporciona aspectos para tomadas de decisões que permitem agregar valor (HAN, KAMBER e PEI, 2012).

Considerado um como assunto interdisciplinar, uma definição comumente compartilhada para Data Mining consiste no processo de descoberta de “modelos” para elucidar os padrões significativos, apresentar novas perspectivas. Data Mining trata da solução de problemas com base da análise de dados presentes em um banco, como por exemplo, analisar padrões de comportamentos de clientes ou estudantes. O Data Mining integra um processo mais abrangente, Descoberta de Conhecimento de Bases de Dados (no inglês, Knowledge Discovery from Databases – KDD). O KDD sintetiza quatro partes distintas: (1) Base de Dados, valores qualitativos ou quantitativos de uma coleção de dados; (2) Preparação dos dados, inclui remoção de dados inconsistentes, formatação dos dados ou combinação de múltiplas fontes para determinação de análises eficientes; (3) Mineração de Dados, algoritmos com a capacidade de extrair conhecimento; (4) Validação, avaliação dos resultados da mineração com o objetivo de identificação de conhecimento significativos e não triviais (SHMUELI et al., 2019; WITTEN et al., 2016).

Na área da Educação existe a teoria da Mineração de Dados Educacionais (no inglês, Educational Data Mining - EDM) que consiste no domínio do conhecimento em relação aos dados de instituições educacionais. A EDM utiliza abordagens computacionais para analisar dados educacionais em busca de informações relacionadas ao contexto das atividades de ensino e aprendizagem. A EDM está relacionada ao desenvolvimento de métodos para explorar o cenário educacional, como compreender melhor os estudantes em seu ambiente de aprendizado (HIDAYAT, WARDOYO e AZHARI, 2018).

2.6 SERIOUS GAME

Os jogos modernos de computador mostram potencial não apenas para envolver e divertir usuários, mas também para promover o aprendizado. No instante em que agregam aprendizado são ressignificados como Jogos Sérios (no inglês, Serious Games - SGs). Os SGs foram projetados com objetivos que transcendem o conceito de jogo, enquadrado apenas como entretenimento. Serious Games, como jogos digitais, apresentam objetivos de educar e entreter. Os SGs apresentam conceitos para desenvolver competências, construir conhecimentos e promover atitudes em situações reais ou simuladas. De modo a explorar a simulação e a visualização de tecnologias, os SGs são capazes de contextualizar a experiência do jogador com desafios em ambientes realistas, apoiando a cognição com apresentação de situações com propósitos lúdicos (GEE, 2007; PRENSKY, 2003).

Em um contexto histórico, a primeira incidência do termo Serious Games, com uso do significado próximo ao contemporâneo, apareceu em 1970 em um livro escrito por Clark C. Abt de mesmo nome, "Serious Games". Abt é um pesquisador que trabalhou em um laboratório de pesquisa nos EUA durante a Guerra Fria. Um dos seus objetivos foi a utilização de jogos para treinamento e educação de militares para estudar a Guerra Fria no contexto de conflito em escala mundial (ABT, 1970). Abt exibe uma definição clara, em seu livro, para Serious Games, apresentada em tradução livre do inglês: "Estamos preocupados com Jogos Sérios, que tenham propósito educacional e cuidadosamente pensado e não destinados a serem jogados principalmente por entretenimento. Isso não significa que problemas sérios ou jogos não são ou não deveriam ser divertidos" (ABTASSOCIATES, 2020).

Serious Games têm por objetivo a simulação ou desenvolvimento de processos do mundo real formulados com propostas para resolver problemas. Estes problemas, que podem ser representados sob a forma de desafios em jogos digitais, suportam relacionamentos com diversas áreas como: educação; finalidades militares (como apresentada inicialmente na proposta de Clark

C. Abt); saúde; indústria; ambiente corporativo; engenharias; política; comunicação; marketing, dentre várias outras. Citando a área educacional, a resolução destes problemas suportados nos Serious Games pode trazer benefícios ao estudante como aprimoramento da memorização em desenvolvimento da frequência de interações entre um jogo e um ambiente realista, fornecendo contexto para aprendizagem (KAPP, 2012; SAWYER, 2008).

Embora os Serious Games e a IA na Educação compartilhem objetivos semelhantes na questão de promover a aprendizagem profunda, as técnicas empregadas podem ser diferentes. As abordagens de IA na Educação podem complementar e aprimorar as técnicas de desenvolvimento de Serious Games. Em Serious Games educacionais, os desafios são garantir que a IA do jogo ofereça suporte aos objetivos educacionais e que possa introduzir funções da IA na Educação, de acordo com a demanda, sem comprometer os princípios de design de jogos, para maximizar a promoção do aprendizado. Esse comportamento do IA no SG pode se materializar como um sistema de tutoria inteligente para apoiar, por exemplo, eventuais dificuldades dos estudantes na resolução do desafio durante o jogo (JOHNSON, VILHJÁLMSSON e MARSELLA, 2005).

2.7 INTERATIVIDADE

Alguns trabalhos unem IA com recursos interativos, somando o potencial dessas duas abordagens. Por exemplo, a pesquisa de Dogmus, Erdem e Patoglu (2015), na qual propõe uma ferramenta educacional interativa para aplicação de IA com robótica. Portanto, citamos também a interatividade como um possível diferencial para somar valor às aplicações educacionais com IA.

Diaz, Moro e Carrión (2015) apresentam a interatividade como um dos eixos que permeiam a educação do futuro. Bates (2015) destaca que através de intensa interação com recursos de aprendizagem os estudantes passam mais tempo aprendendo, o que colabora para aumentar a aprendizagem.

A interatividade promove um maior dinamismo com o usuário, uma vez que o tempo de resposta para muitas ações pode ser imediato. De acordo com Tori (2010), o uso de tecnologias interativas também pode colaborar para diminuir a sensação de distância dos estudantes ao usar um ambiente online.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho apresenta um estudo exploratório do tema Inteligência Artificial na Educação. Os critérios que utilizamos para seleção dos artigos e para análise dos mesmos foram critérios bibliométricos. Segundo Kurtz e Bollen (2010), a bibliometria é geralmente definida como estudo

quantitativo de publicações com base em citações e análise de texto, mas também pode incluir estudos baseados em dados de uso.

Para Bornmann e Daniel (2008), análises bibliométricas são adequadas para a avaliação de resultados científicos, uma vez que muitos estudos têm mostrado que o número de citações de publicações de cientistas está correlacionado com outras avaliações de impacto ou influência dos mesmos. A bibliometria também tem sido utilizada para avaliar tendências de estudos nos mais diversos campos, como exemplo temos os trabalhos de Martin et al. (2011), de Kajikawa et al. (2008) e de Li, Wang e Ho (2011).

Com o intuito de buscar parâmetros bibliométricos para entender os caminhos que a IA está tomando na educação, foram realizadas buscas na base Web of Science, uma base muito usada internacionalmente, de natureza multidisciplinar e que abrange por volta de 12.000 journals de alto impacto (CHEN, CHIANG e STOREY, 2012; PELICIONI et al., 2018).

Para não restringir a um assunto específico dentro do tema IA na Educação, procuramos definir termos mais abrangentes para a busca. Os artigos pesquisados deveriam apresentar os termos Inteligência, Artificial, Educação ou Inteligência, Artificial, Ensino (no inglês). Foi evitado o termo Aprendizagem, pois há uma conotação técnica forte para este termo dentro da área da computação e, portanto, um filtro com esse termo poderia resultar em artigos puramente da computação. No filtro de pesquisa também restringimos os resultados às áreas de conhecimento de Educação ou da Ciência da Computação.

Na busca, foram analisadas publicações de encontros, revisões, editoriais e artigos (principalmente). Devido ao caráter tecnológico do tema e, portanto, altamente mutável e inconstante, o range de busca foi limitado em um período de aproximadamente 6 anos (janeiro de 2014 a julho de 2020). A Figura 1 exibe os passos da metodologia adotada.



Fig. 1 Metodologia de pesquisa.

Ao analisar os artigos encontrados, houve priorização em relação aos artigos mais citados no período. Desta forma, foram levantados artigos cientificamente consolidados para futuras referências e estudos. Através dos artigos, foi realizada uma análise textual para identificar tendências de estudo de IA em Educação. Com este intuito, durante a análise textual foram definidas algumas vertentes e feita a contagem dos artigos que abordam essas vertentes, para identificação de quais poderiam ser mais significativas.

A identificação de tendências não se trata de um critério exclusivo, mas de um importante critério para identificar relevância de temas de pesquisa. Ao final, também, foram apresentados alguns outros dados extraídos da plataforma Web Of Science, considerados pertinentes ao estudo exploratório, para fins de complementação das discussões.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Através da base Web Of Science, foram filtrados os 60 artigos mais citados de IA na Educação, no período de janeiro de 2014 a junho de 2020 com o intuito de identificar as principais vertentes que têm sido abordadas por esses artigos e conseqüentemente destacar temas importantes que, na atualidade, estão sendo discutidos em pesquisas científicas abordando IA na educação.

Após o levantamento dos artigos, foi realizada uma análise textual para verificar as vertentes cobertas em cada artigo. Cabe ressaltar que alguns artigos tangenciam mais de um tema e, que o primeiro tema (IA na Educação), trata-se de um enfoque mais geral de IA na Educação, sem adentrar muito especificamente em uma vertente. A lista dos temas identificados na análise textual pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Lista de vertentes identificadas de IA na Educação

Vertentes	Ocorrências
IA na Educação	39
Tutores Inteligentes	17
Machine Learning na Educação	6
Ensino e Inovação	5
Ensino Adaptativo	5
Data Mining em Educação	4
Gaming em Educação	3
Robótica e IA na Educação	3
IA em Educação Médica	2
Diagnósticos com IA em Educação	2
Estilos de Aprendizagem com IA	2
IoT e IA na Educação	2

IA, Política e Educação	1
Mundos Virtuais na Educação	1

O gráfico apresentado na Figura 2 exibe, em ordem decrescente, as vertentes de IA com pelo menos duas ocorrências em nossa análise. Através da visualização do gráfico, obteve-se como resultado, três conclusões principais: A) Uma quantidade significativa de artigos trazem uma abordagem mais geral de IA em Educação; B) O estudo do conceito de Tutores Inteligentes é um tendência forte dentro do tema IA na Educação; e C) Há vários outros temas que derivam ou se relacionam com IA na Educação, mas os quais não identificamos uma quantidade suficiente para posicioná-los como tendência.

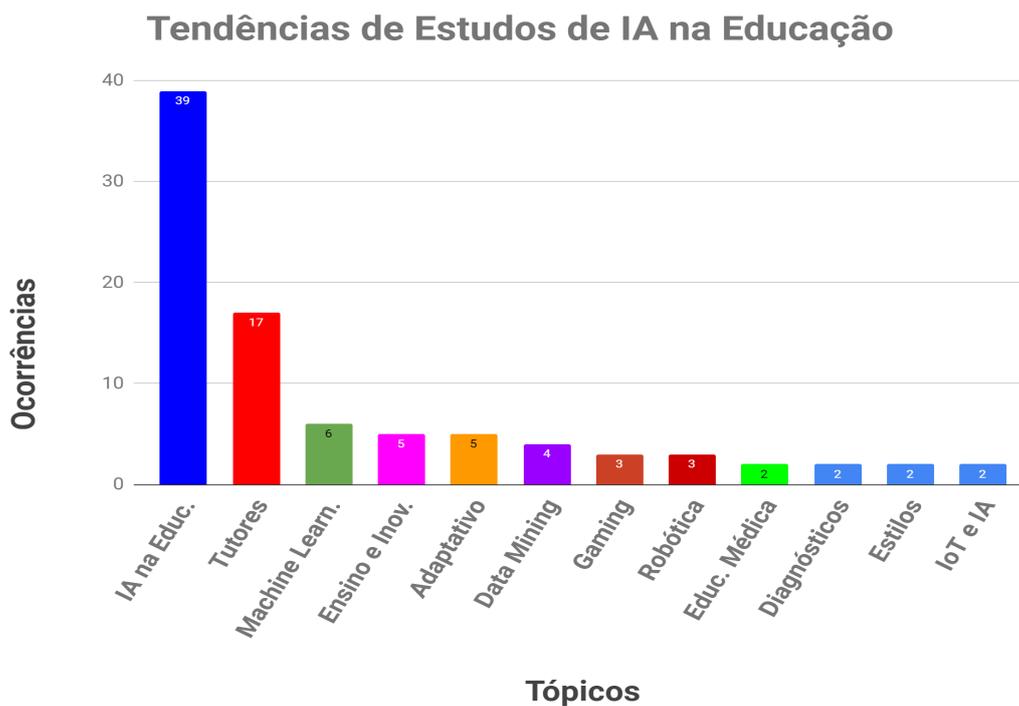


Fig. 2 Tendências de Estudos de IA na Educação

A tabela 2 exibe a lista dos dez artigos mais citados no período pesquisado apresentando título, autores, ano e número de citações. Apesar de os artigos mais novos terem potencial menor de citação, isto não descaracteriza o número de citação como um parâmetro de relevância importante a ser considerado. Foi feito um cruzamento de referências entre estes dez artigos e pôde-se constatar

que não há referências centrais que fundamentam esses artigos, mas sim uma variedade de fontes e referências.

Tabela 2. Dez artigos de IA na Educação mais citados no período 2014 - jun/2020

	Título	Autores	Ano	Citações
1	Face-to-Face Interaction with Pedagogical Agents, Twenty Years Later	Johnson, W. Lewis; Lester, James C.	2016	36
2	Research-Based Design of Pedagogical Agent Roles: a Review, Progress, and Recommendations	Kim, Yanghee; Baylor, Amy L.	2016	29
3	A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational Systems Within E-Learning Platforms	Almohammadi, Khalid; Hagras, Hani; Alghazzawi, Daniyal; Aldabbagh, Ghadah	2017	27
4	Technology Support for Discussion Based Learning: From Computer Supported Collaborative Learning to the Future of Massive Open Online Courses	Rose, Carolyn Penstein; Ferschke, Oliver	2016	25
5	Design and Implementation of Intelligent Systems With LEGO Mindstorms for Undergraduate Computer Engineers	Cuellar, M. P.; Pegalajar, M. C.	2014	23
6	Next-Generation of Virtual Personal Assistants (Microsoft Cortana, Apple Siri, Amazon Alexa and Google Home)	Kepuska, Veton; Bohouta, Gamal	2018	21
7	Fuzzy cognitive mapping of LMS users' Quality of Interaction within higher education blended-learning environment	Dias, Sofia B.; Hadjileontiadou, Sofia J.; Hadjileontiadis, Leontios J.; Diniz, Jose A.	2015	21
8	SMILI (sic): a Framework for Interfaces to Learning Data in Open Learner Models, Learning Analytics and Related Fields	Bull, Susan; Kay, Judy	2016	20
9	UTiLearn: A Personalised Ubiquitous Teaching and Learning System for Smart Societies	Mehmood, Rashid; Alam, Furqan; Albogami, Nasser N.; Katib, Iyad; Albeshri, Aiiad; Altowajjri, Saleh M.	2017	19
10	Letting Artificial Intelligence in Education Out of the Box: Educational Cobots and Smart Classrooms	Timms, Michael J.	2016	18

Através da pesquisa, identificou-se congressos e revistas em que houve maior espaço para as discussões sobre IA na Educação. A tabela mostra as três de fontes de pesquisa com maior número de registros de publicações de IA na Educação. Pode-se notar que essas fontes representam, cada uma, entre 4,5 e 6% das publicações do tema IA na Educação no período, considerando as bases pesquisadas.

Tabela 3. Principais fontes de publicação

Títulos da Fonte	Registros	%
ADVANCES IN INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTING	31	6.15
LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	24	4.76
INTERNATIONAL JOURNAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION	23	4.56

5 CONCLUSÕES

A revisão exploratória possibilitou a detecção, classificação e descrição de diversas vertentes com a possibilidade de apresentação de uma visão ampla do tema de IA na Educação. O trabalho permitiu a definição de diferentes linhas de pesquisa que puderam evidenciar tendências de estudos. Foi possível ter uma compreensão de quais conceitos de IA na educação estão consolidados. É esperado que o presente estudo possa contribuir para novas pesquisas, considerando papel fundamental na busca por maiores compreensões da IA na Educação.

A IA está sendo inserida em todos os setores de nossa sociedade, mas na educação é fundamental que essa apropriação seja planejada, gradativa, com um enfoque maior de suporte e não de robotização do ensino. Foi observado, neste estudo, que umas das principais aplicações de IA na Educação são a partir dos Sistemas de Tutores Inteligentes, mas muitas outras linhas de IA estão caminhando para construir e consolidar seus caminhos na educação.

Acredita-se que ferramentas inteligentes possam trabalhar como apoio na coleta de informações durante os processos de ensino-aprendizagem em ambientes educacionais. Desta forma, pode auxiliar na seleção de conteúdo e subsidiar métodos de avaliação discente. E esse suporte inteligente de informações poderá gerir estratégias de modo identificar padrões, realizar

diagnósticos e intervir na comunicação entre professor e aluno para subsidiar tomadas de decisão no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ABT, C. C. *Serious Games*. New York: Viking Press, 1970.

ABTASSOCIATES. Clark C. Abt, Ph.D. Abt Associates Founder, President and Treasurer (1965-1985), Chairman of the Board (1986-2006) and Chairman Emeritus. Disponível em: <<https://www.abtassociates.com/who-we-are/our-people/clark-c-abt-phd>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

AKKOYUNLU, B.; SOYLU, M. Y. A study of student's perceptions in a blended learning environment based on different learning styles. *Educational Technology and Society*, v. 11, n. 1, p. 183–193, 2008.

ALMOHAMMADI, K. et al. A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational System Within E-Learning Platforms. *Journal Of Artificial Intelligence And Soft Computing Research*, v. 7, n. 1, p. 47–64, jan. 2017.

BATES, A. W. *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning* Vancouver BC: Tony Bates Associates Ltd, 2015.

BORNMANN, L.; DANIEL, H.-D. What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. *Journal of Documentation*, v. 64, n. 1, p. 45–80, 2008.

CHEN, H.; CHIANG, R. H. L.; STOREY, V. C. Business Intelligence And Analytics: From Big Data To Big Impact. *Mis Quartely*, v. 36, n. 4, p. 1165–1188, 2012.

CHEN, Y.; ZHANG, Y. Research on Intelligent Tutoring System Based on Data-Mining Algorithms. *Proceedings - 2019 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2019*, p. 443–446, 2019.

COOPER, S.; NAM, Y. J.; SI, L. Initial results of using an intelligent tutoring system with Alice. p. 138, 2012.

DE MELO, F. R. et al. Computational organization of didactic contents for personalized virtual learning environments. *Computers & Education*, v. 79, p. 126–137, out. 2014.

DIAZ, J. C. T.; MORO, A. I.; CARRION, P. V. T. Mobile learning: perspectives. *Rusc-universities And Knowledge Society Journal*, v. 12, n. 1, p. 38–49, jan. 2015.

DOGMUS, Z.; ERDEM, E.; PATOGLU, V. REACT!: An Interactive Educational Tool for AI Planning for Robotics. *IEEE Transactions On Education*, v. 58, n. 1, p. 15–24, fev. 2015.

GARTNERINC. Big Data Basics for Digital Marketers. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/marketing/insights/articles/big-data-basics-for-digital-marketers>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

GEE, J. P. What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. 2. ed. New York: St. Martin's Griffin, 2007.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. Data mining : concepts and techniques. 3. ed. Waltham: Elsevier, 2012.

HIDAYAT, N.; WARDOYO, R.; AZHARI, S. . Educational Data Mining (EDM) as a Model for Students ' Evaluation in Learning Environment. 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC), p. 16–19, 2018.

JOHNSON, W. L.; VILHJÁLMSSON, H. H.; MARSELLA, S. Serious games for language learning: How much game, how much AI? Aied, v. 125, n. June 2014, p. 306–313, 2005.

KAJIKAWA, Y. et al. Tracking emerging technologies in energy research: Toward a roadmap for sustainable energy. Technological Forecasting And Social Change, v. 75, n. 6, p. 771–782, jul. 2008.

KAPP, K. M. The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. 1. ed. San Francisco: Pfeiffer & Company, 2012.

KURTZ, M. J.; BOLLEN, J. Usage Bibliometrics. Annual Review Of Information Science And Technology, v. 44, p. 3–64, 2010.

LI, J.; WANG, M.-H.; HO, Y.-S. Trends in research on global climate change: A Science Citation Index Expanded-based analysis. Global And Planetary Change, v. 77, n. 1–2, p. 13–20, 2011.

MARTIN, S. et al. New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. Computers & Education, v. 57, n. 3, p. 1893–1906, nov. 2011.

MULWA, C.; LAWLESS, S.; SHARP, M.; ARNEDILLO-SANCHEZ, I.; WADE, V. Adaptive Educational Hypermedia Systems in Technology Enhanced Learning: A Literature Review. Proceedings of the 2010 ACM Conference on Information Technology Education. Anais SIGITE 2010. New York, NY, USA: ACM, 2010. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1867651.1867672>> Acesso em 12 jun 2020.

MUSTAFA, Y. E. A.; SHARIF, S. M. An approach to adaptive e-learning hypermedia system based on learning styles (AEHS-LS): Implementation and evaluation. International Journal of Library and Information Science, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2011.

ÖZYURT, Ö.; ÖZYURT, H.; BAKI, A.; GÜVEN, B. Integration into mathematics classrooms of an adaptive and intelligent individualized e-learning environment: Implementation and evaluation of UZWEBMAT. Computers in Human Behavior, v. 29, n. 3, p. 726–738, 2013.

PELICIONI, L. C. et al. Application of a bibliometric tool for studying space technology trends. Journal of Aerospace Technology and Management, v. 10, 2018.

PRENSKY, M. Digital Game-Based Learning. *ACM Computers in Entertainment*, v. 1, n. 1, p. 1–4, 2003.

QIN, S. J., CHIANG, L. H. Advances and opportunities in machine learning for process data analytics. *Computers & Chemical Engineering*. v. 126, p. 465-473, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098135419302248>> Acesso em 12 jun 2020.

SAWYER, B. From Cells to Cell Processors: The Integration of Health and Video Games. in *IEEE Computer Graphics and Applications*, v. 28, n. 6, p. 83–85, 2008.

SHMUELI, G. et al. *Data mining for business analytics : concepts, techniques and applications in Python*. 1. ed. Hoboken: Wiley, 2019.

SOFLANO, M.; CONNOLLY, T. M.; HAINEY, T. An application of adaptive games-based learning based on learning style to teach SQL. *Computers & Education*, v. 86, p. 192–211, 2015.

TORI, R. *Educação sem Distância: As Tecnologias Interativas na Redução de Distâncias em Ensino e Aprendizagem*. São Paulo: Editora Senac, 2010.

TSENG, J. C. R.; CHU, H. C.; HWANG, G. J.; TSAI, C. C. Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information. *Computers & Education*, v. 51, n. 2, p. 776–786, 2008.

WITTEN, I. H. (IAN H. . et al. *Data mining : practical machine learning tools and techniques*. [s.l.] Morgan Kaufmann, 2016.

YANG, F.-J. The ideology of intelligent tutoring systems. *ACM Inroads*, v. 1, n. 4, p. 63, 2012.