

Inteligência Artificial e Educação: uma revisão sistemática de literatura

Francisco Veiga
CEDH – Centro de Estudos para o
Desenvolvimento Humano
Universidade Católica Portuguesa
Porto, Portugal
xfveiga@gmail.com

António Andrade
CEDH – Centro de Estudos para o
Desenvolvimento Humano
Universidade Católica Portuguesa
Porto, Portugal
aandrade@porto.ucp.pt

Resumo

Cada vez se investe mais em tecnologia e meios de comunicação, diariamente emergem novas aplicações, novas formas de aceder e de divulgar informação. A Inteligência Artificial (IA) está de novo no centro de muitas investigações revolucionando a ciência, alertando a sociedade e, naturalmente, o ensino de amanhã irá utilizá-la como importante ferramenta de aprendizagem, promovendo a educação inclusiva e o sucesso do ensino-aprendizagem. O objetivo deste artigo é analisar as publicações científicas relacionadas com a utilização de IA na educação. Neste sentido, foi realizada uma revisão sistemática de literatura recorrendo a dois métodos de análise de citações - acoplamento bibliográfico e co-citação. Os resultados permitiram a identificação de alguns artigos, publicações científicas, autores mais influentes, redes de colaboração e agrupamentos de contribuições para a literatura. Este tipo de análise é importante para nos ajudar a perspetivar uma visão 360 da problemática e a compreender as relações estruturais de conectividade teórico-metodológica de um domínio entre documentos e investigadores.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Educação, VOSviewer.

Artificial intelligence and education: A systematic literature review

Abstract

We invest more and more in technology and means of communication, new applications and new forms of accessing and spreading information emerge every day. Artificial Intelligence (AI) is again in the centre of many researches revolutionising Science, alerting Society and, naturally, it will be used as an important tool in tomorrow's teaching-learning process, promoting inclusive education and academic success. The main objective of this article is to analyse the scientific publications related to the use of AI in education.

In this sense, a systematic literature review was undertaken using two methods of citation analysis – bibliographic coupling and co-citation. The results allowed the identification of some articles, scientific publications, most influential authors, collaboration networks and clusters of contributions to literature. This kind of analysis is important to help us approach a 360 vision of the issue and understand the structural relations of theoretical and methodological connectivity of a domain between documents and researchers.

Keywords: Artificial Intelligence, Education, VOSviewer.

INTRODUÇÃO

A evolução e utilização de sistemas inteligentes não param de crescer. Inicialmente concebida à volta de um objetivo ambicioso - compreender como funciona a cognição humana e reproduzi-la, criar processos que imitam o cérebro humano - a IA aparece oficialmente em 1956 e, nos últimos anos, impõe-se cada vez mais na realidade das sociedades contemporâneas.

Um dos primeiros artigos a tratar das questões do computador digital moderno surgiu em 1950, quando Alan Turing publicou o artigo “*Computing Machinery and Intelligence*” propondo um teste conhecido como “Teste de Turing”, que se chamava “*Imitation Game*”, que consistia simplesmente em determinar se uma máquina era capaz de imitar o ser humano com um comportamento que se tornasse indistinguível (Turing, 1950).

Deve-se a Skinner a construção dos primeiros ambientes computacionais para aprendizagem. No seu artigo “*The Science of Learning and the Art of Teaching*” (1954), considerava que a eficiência da aprendizagem exige envolvimento ativo, sequências curtas, progressão gradativa conforme o ritmo do aluno, verificação imediata e resposta certa à questão colocada. Em 1959, Allen Newell e Herbert Simon criaram o “*General Problem Solver*” (GPS). Este programa foi desenvolvido para simular os métodos humanos de resolução de problemas independentemente da área e evidenciava uma relação forte entre a Inteligência Artificial e a Psicologia (Newell & Simon, 1969).

Em 1970 é apresentado por Carbonell um programa viável de ensino assistido por computador baseado na aplicação extensiva de técnicas de IA (Carbonell, 1970). Salienta-se que já permitia uma consulta a uma base de dados, realização de exercícios com preenchimentos de espaços de texto previamente definidos pelo professor, o acesso a informação através da rede acedendo a factos, conceitos e procedimentos permitindo depois gerar texto e formular perguntas e respostas correspondentes; finalmente podia-se utilizar a rede para responder a perguntas formuladas pelo aluno, o que gerava um diálogo entre aluno e computador. Este tipo de ensino, em que o computador simula um tutor, era designado de sistema tutor inteligente (Chou, Chan, & Lin, 2003) e era geralmente composto por quatro módulos - módulo de domínio, aluno, pedagógico e interface (Wenger, 1987).

Nos anos 80 são desenvolvidos trabalhos sobre redes neurais na tentativa de definir o que podia ser feito com estas redes e de aprender como diferem das técnicas tradicionais do conhecimento. A realização destes estudos permitiu concluir que, com a utilização de uma metodologia aperfeiçoada a estruturas teóricas, as redes neurais são comparadas a técnicas correlativas da estatística, do reconhecimento de padrões e da aprendizagem de máquinas. Com a utilização deste tipo de conhecimento foi criada a rede bayesiana (García, Schiaffino, & Amandi, 2008). Os sistemas baseados em redes bayesianas têm a capacidade de criar automaticamente prognósticos ou decisões, mesmo na situação de inexistência de algumas partes de informação.

No final da década de 80, inícios de 90, as pesquisas mudaram de foco para atividades mais práticas, o que deu origem aos “*Expert Systems*”; nos anos 90 caracterizaram-se pelo aumento de abordagens ao problema do estudo e da construção de entidades inteligentes. Surgiram então vários termos alternativos para designar materiais ou recursos educativos, tais como: objetos de conteúdo (*Content Objects*), objetos de ensino (*Teaching Objets*), objetos de formação (*Training Objets*), objetos de instrução (*Instructional Objects*) e objetos de aprendizagem (*Learning Objects*); evoluíram ainda as plataformas de *e-learning* e começou a utilização das tecnologias de informação e comunicação em sala de aula. Muitas plataformas de *e-learning* e *Open Learning Environments* foram projetadas para serem um canal alternativo para a disponibilização de conteúdos programáticos em vez de serem agentes autónomos e ativos no ambiente inteligente de ensino (M Samarakou, Tsaganou, & Papadakis, 2017).

A evolução dos sistemas de tutores inteligentes continuou e surgiu, em 2011, um sistema de tutor inteligente baseado no ensino de competências. Este sistema propõe a personalização do ensino de acordo com o perfil de competências do aluno e atividades de aprendizagens através de técnicas de IA (Badaracco & Martínez, 2014), indo ao encontro da dinâmica de uma educação inclusiva, na promoção do sucesso de todos os alunos.

Nos últimos anos, computador, e-learning, rede neural, avaliação, ferramentas e realidade aumentada estão a ser o foco dos investigadores. É objetivo desta investigação apresentar uma revisão sistemática de literatura sobre as produções científicas de forma a identificar o papel da IA na educação.

METODOLOGIA

A revisão sistemática de literatura é uma metodologia que tem por objetivo investigar problemas específicos, identificando, avaliando criticamente e integrando os resultados de todas as questões relevantes (Ravindran & Shankar, 2015). São então propostas cinco etapas para o seu desenvolvimento. (1) Pergunta de revisão: As perguntas devem orientar a revisão e devem ser respondidas e pesquisáveis; (2) Pesquisa na literatura: Esta etapa envolve a formulação de uma estratégia de pesquisa que inclui critérios de inclusão e exclusão, palavras-chaves; (3) Avaliação Crítica: Avaliação aprofundada dos estudos selecionados; (4) Extração de dados: recolha das informações sobre os resultados da pesquisa; síntese dos dados: (5) Apresentação dos resultados.

As análises bibliométricas são importantes uma vez que permitem identificar autores influentes e, conseqüentemente, identificar as suas inter-relações, o que, por sua vez, fornece aos investigadores um ponto de partida robusto e permite identificar linhas orientadoras futuras (Grácio, 2016).

Na realização desta revisão sistemática de literatura através de uma análise bibliométrica utilizam-se dois métodos diferentes de citações: *o acoplamento bibliográfico e a co-citação*.

- O *acoplamento bibliográfico* ocorre quando dois artigos fazem referência a um terceiro artigo comum nas suas bibliografias ou referências bibliográficas, indicando assim que existe uma probabilidade de que os dois artigos tratam de um assunto relacionado. A “força de acoplamento” de dois artigos é maior quanto mais citações a outros artigos eles partilharem (Kessler, 1963).
- A *co-citação*, que ocorre quando dois artigos são citados por um ou mais artigos (Small, 1973).

Os dados para procurar dar resposta à nossa questão de investigação, “identificar o papel da IA na educação”, foram obtidos através da base de dados “Coleção Principal da Web of Science” (WOS). As palavras-chaves utilizadas no campo “tópico” para a realização da pesquisa foram “inteligência artificial” e “educação”.

Após a primeira pesquisa, logo surgiram vários artigos relacionados com a inteligência artificial e o ensino da medicina. Alterou-se a pesquisa de forma a não apresentar esses artigos “(TÓPICO: (artificialintelligence) AND (TÓPICO:(education) NOT TÓPICO: (medicine)))” e não foram delimitados anos de pesquisa. Foram recolhidos na primeira pesquisa 1226 resultados. Depois de agrupados em dez categorias através da análise da WoS, conforme se pode ver na figura 1, selecionaram-se, para esta investigação, os artigos da categoria “*Education Educational Research*”, estando os mesmos mais relacionados com a temática em estudo “(TÓPICO: (artificial Intelligence) AND (TÓPICO: (education) NOT TÓPICO: (medicine))) Refinado por: TIPOS DE DOCUMENTO: (PROCEEDINGS PAPER OR ARTICLE) AND CATEGORIAS DO WEB OF SCIENCE: (EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH) Tempo estipulado: Todos os anos. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED, IC”.

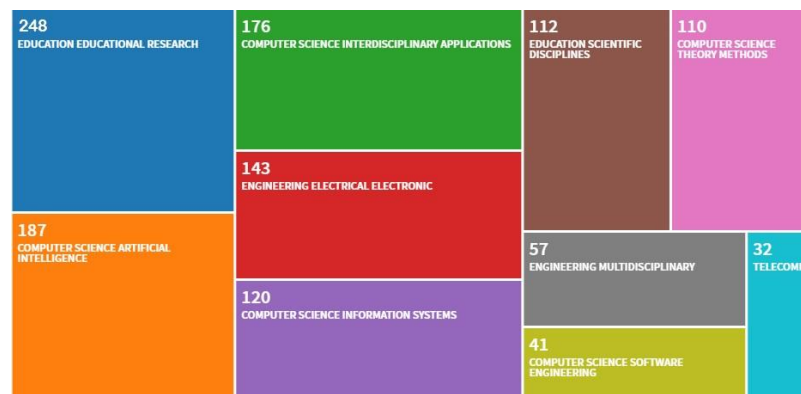


Figura 1. Análise dos resultados com WoS

Como podemos observar na figura 2, o número de publicações anuais aumentou significativamente a partir de 2008, devido ao aparecimento do *big-data*, e, posteriormente do *machine learning* e *depp learning*.

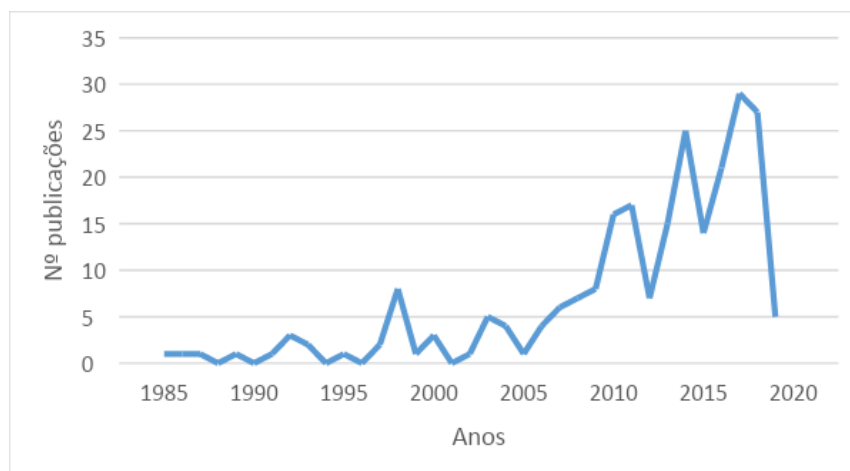


Figura 2. Publicações Anuais

A análise bibliométrica foi realizada com o software VOSviewer, que permite a criação e visualização de mapas bibliométricos da ciência (Van Eck & Waltman, 2013) e que está disponível, gratuitamente, em www.vosviewer.com.

Acoplamento bibliográfico

O acoplamento bibliográfico descreve até que ponto dois artigos estão relacionados por ambos referenciarem um mesmo outro artigo. Este item apresenta análises de acoplamentos bibliográficos de artigos, publicações científicas e autores.

Artigos

Das 248 publicações incluídas nesta investigação, analisaram-se a rede de artigos nelas referenciadas e conseguimos observar que o maior conjunto de itens conectados contém 108 publicações (ou seja 43.55% da amostra). Na figura 3, podemos identificar os artigos com os maiores índices de acoplamento bibliográfico.

Selected	Document	Citations	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	chou (2003)	90	41
<input checked="" type="checkbox"/>	samarakou (2016)	1	33
<input checked="" type="checkbox"/>	samarakou (2018)	0	28
<input checked="" type="checkbox"/>	samarakou (2015)	3	27
<input checked="" type="checkbox"/>	garcia (2008)	19	24
<input checked="" type="checkbox"/>	chan (1995)	2	23
<input checked="" type="checkbox"/>	pertega felices (2011)	0	22
<input checked="" type="checkbox"/>	pertega felices (2010)	0	22
<input checked="" type="checkbox"/>	garcia (2007)	169	19
<input checked="" type="checkbox"/>	chin (2010)	30	17
<input checked="" type="checkbox"/>	chen (2007)	0	17
<input checked="" type="checkbox"/>	chin (2013)	11	16
<input checked="" type="checkbox"/>	gomes (2014)	0	16
<input checked="" type="checkbox"/>	bye (2017)	0	14
<input checked="" type="checkbox"/>	cumming (1998)	3	13
<input checked="" type="checkbox"/>	stefan (2010)	0	13
<input checked="" type="checkbox"/>	chan (2006)	5	11
<input checked="" type="checkbox"/>	naoto (1991)	2	11

Figura 3. Acoplamento bibliográfico de artigos

O artigo de Chih-Yueh Chou; Tak-Wai Chan; e Chi-Jen Lin, (2003) “*Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents*” é o que apresenta maior índice de acoplamento bibliográfico. No documento, os autores referem a evolução histórica dos sistemas de tutores inteligentes. Esta evolução está alinhada com a evolução tecnológica e a constante preocupação com a realidade presencial. Passamos de computador aluno a computador aluno professor, computador aluno professor e amigos, e, no final, temos como propostas de trabalho futuro, modelos em que a inteligência máquina e a inteligência humana se devem complementar em sistemas de aprendizagem social.

O artigo de Samarakou, Maria; Fylladitakis, Emmanouil D.; Karolidis, Dimitrios; et al (2016) “*Evaluation of an intelligent open learning system for engineering education*” apresenta também um grande índice de acoplamento bibliográfico. É um artigo dedicado ao ensino assistido por computador em que há uma preocupação na análise e percepção da aprendizagem do aluno. Neste artigo são apresentados a concepção, a estrutura, a interface e os resultados da criação e utilização de uma aplicação piloto, o StuDiAsE, com recurso a IA.

Seguem-se dois artigos, um de Samarakou, Maria; Tsaganou, Grammatiki; Papadakis, Andreas, (2016) “*An e-Learning System for Extracting Text Comprehension and Learning Style Characteristics*” e o outro de Samarakou, Maria; Fylladitakis, Emmanouil D.; Frueh, Wolf-Gerrit; et al. (2015), “*An Advanced eLearning Environment Developed for Engineering Learners*”, também dedicados ao projeto do artigo anterior introduzindo a adaptação e evolução dos sistemas de *e-learning* que foram desenvolvidos nos anos 90.

Finalmente, o artigo de Garcia, P.; Schiaffino, S.; Amandi, A. (2008) “An enhanced Bayesian model to detect students' learning styles in Web-based courses” apresenta um modelo para detetar estilos de aprendizagem de alunos. Conseguir identificar estilos de aprendizagem é um fator crítico de sucesso para se poder oferecer adaptabilidade. Neste artigo utilizaram o Modelo bayesiano para detetar automaticamente os estilos de aprendizagem dos alunos.

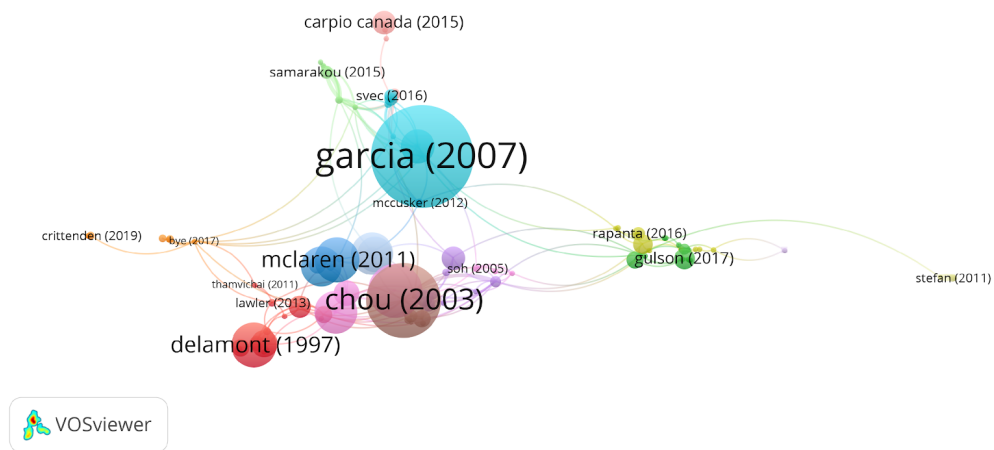


Figura 4. Diagrama de rede de acoplamento bibliográfico

De forma a complementar a análise global deste indicador, as visualizações dos diagramas de rede e de densidade são apresentadas nas figuras 4 e 5.

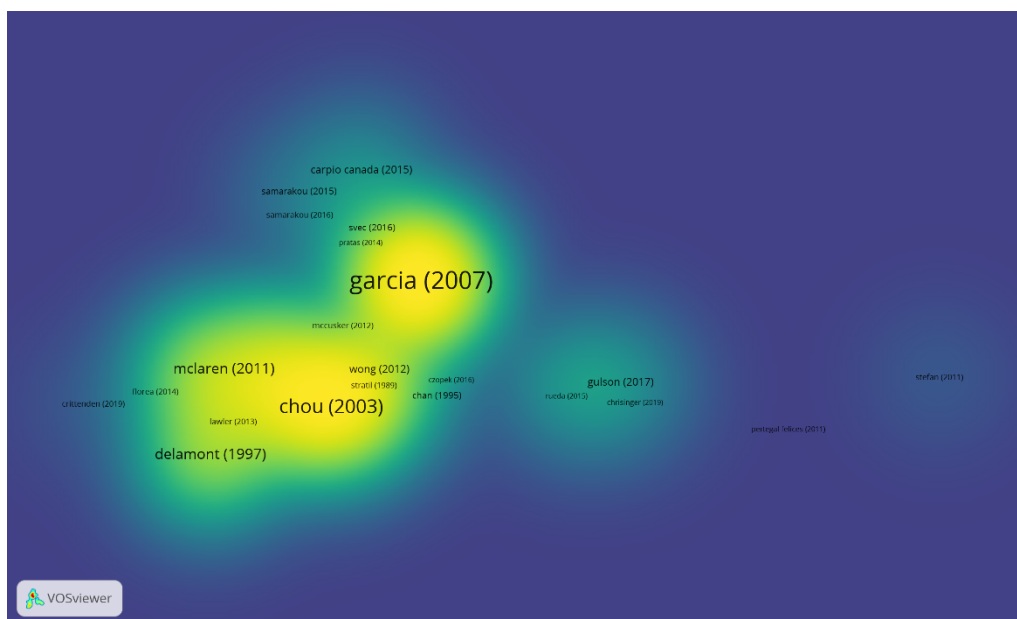


Figura 5. Diagrama de densidade de acoplamento bibliográfico

Como podemos observar, ambas as visualizações revelam que existe um grande aglomerado de força de acoplamento, composto por artigos publicados em 2003 e 2007. Esta ocorrência é parcialmente explicada pelo número de trabalhos publicados na área da inteligência artificial e educação em anos anteriores. Convém lembrar que a inteligência artificial ficou, durante alguns anos, refém da evolução da tecnologia e da quantidade de dados disponíveis. Apenas após o aparecimento dos processadores GPU (*Ground Power Unit*) e do *big-data*, a evolução da inteligência artificial e o interesse pela mesma despoletou a partir de 2010, como se pode verificar na figura 1 pelo número de publicações.

Publicações científicas

Ao analisar as fontes e considerando um limiar mínimo de dois artigos por fonte (Ferreira et al., 2016), constata-se que o conjunto obtido contém 44 publicações científicas internacionais (ou seja 27.5% das 160 identificadas).

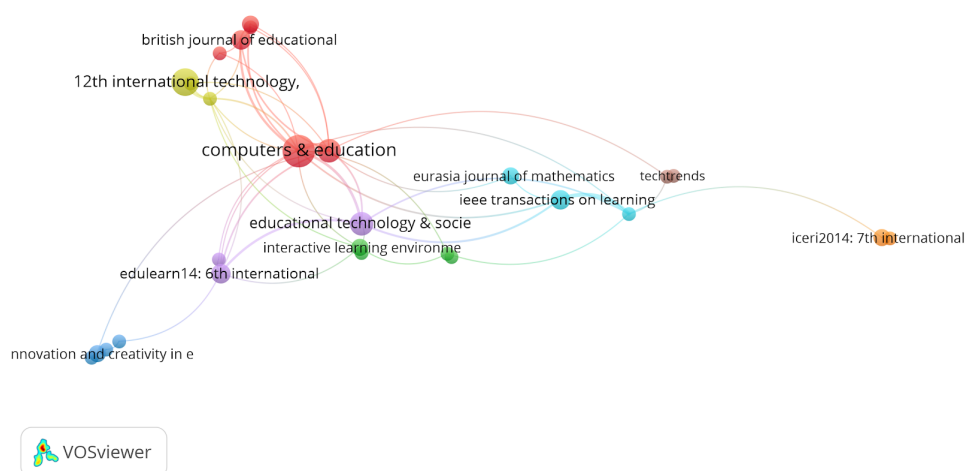


Figura 6. Diagrama de rede de acoplamento bibliográfico de publicações científicas

As figuras 6 e 7 apresentam as respetivas visualizações de rede e de densidade. Como podemos verificar, as fontes com maiores índices de acoplamento bibliográfico são: *Computers & Education*; *12th International Technology, Education and Development Conference*; *On the Horizon*; *Journal of Computer Assisted Learning*; e, *Educational Technology & Society*;

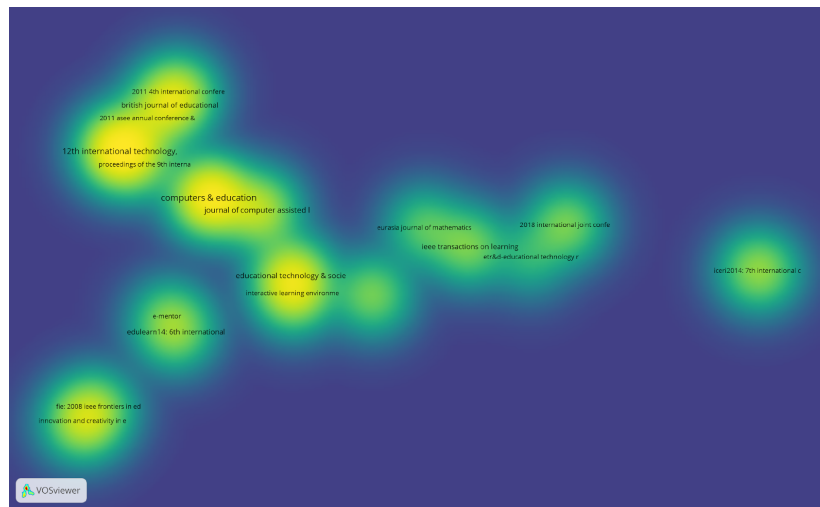


Figura 7. Diagrama de densidade de acoplamento bibliográfico de publicações científicas

Dos oito grupos identificados destacam-se três com maior força de acoplamento sendo o mais forte composto pela *Computers & Education e Journal of Computer Assisted Learning*, seguido de *12th International Technology e proceedings of the 9th international conference on computer supported education*.

Autores

No tocante à autoria, os resultados mostram que 598 autores são responsáveis pelos 248 artigos incluídos na amostra. Como mostra a figura 8, apenas 40 dos 598 (6.69%) autores são responsáveis pela publicação de mais de um artigo da amostra.

Create Map

Verify selected authors

Selected	Author	Documents	Citations	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	samarakou, maria	4	4	298
<input checked="" type="checkbox"/>	stefan, antoni	4	1	157
<input checked="" type="checkbox"/>	abeles, tom p.	4	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	fylladitakis, emmanouil d.	3	4	275
<input checked="" type="checkbox"/>	stefan, veronica	3	1	149
<input checked="" type="checkbox"/>	pavlicek, josef	3	7	134
<input checked="" type="checkbox"/>	stanescu, ioana andreea	3	0	134
<input checked="" type="checkbox"/>	svec, vaclav	3	7	134
<input checked="" type="checkbox"/>	ticha, ivana	3	7	134
<input checked="" type="checkbox"/>	hatziapostolou, antonios	2	4	254
<input checked="" type="checkbox"/>	chin, doris b.	2	41	208
<input checked="" type="checkbox"/>	dohmen, ilsa m.	2	41	208
<input checked="" type="checkbox"/>	schwartz, daniel l.	2	41	208
<input checked="" type="checkbox"/>	jimeno morenilla, antonio manuel	2	0	174
<input checked="" type="checkbox"/>	navarro soria, ignacio javier	2	0	174
<input checked="" type="checkbox"/>	pertega felices, maria luisa	2	0	174
<input checked="" type="checkbox"/>	mamelin, yury	2	0	126
<input checked="" type="checkbox"/>	nikolchev, evgeniya	2	0	126

< Back Next > Finish Cancel

Figura 8. Número de artigos por autor.

De forma a complementar a análise deste indicador, as visualizações de rede e densidade são apresentadas nas figuras 9 e 10.

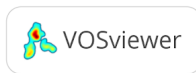
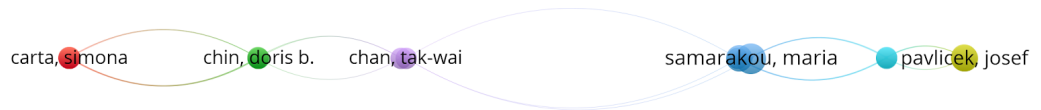


Figura 9. Diagrama de rede de acoplamento bibliográfico de autores

Existem dois grandes grupos de autores que apresentam grandes índices de acoplamento bibliográfico. Destes fazem parte os autores Samarakou,M, Hatizapostolou, A e Fylladitakis, Ed., apesar de não estarem bem visíveis no maior conjunto.

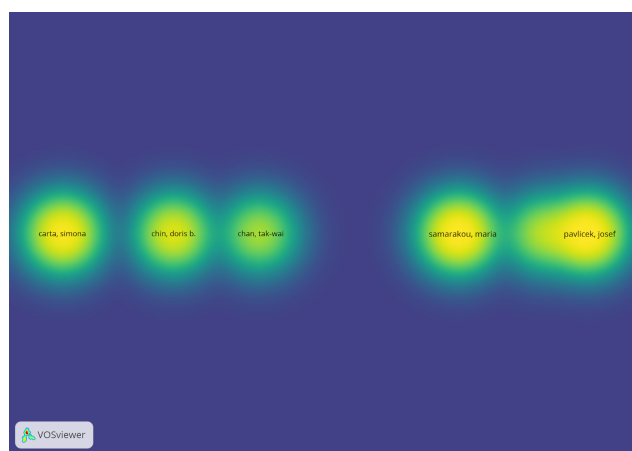


Figura 10. Diagrama de densidade de acoplamento bibliográfico de autores

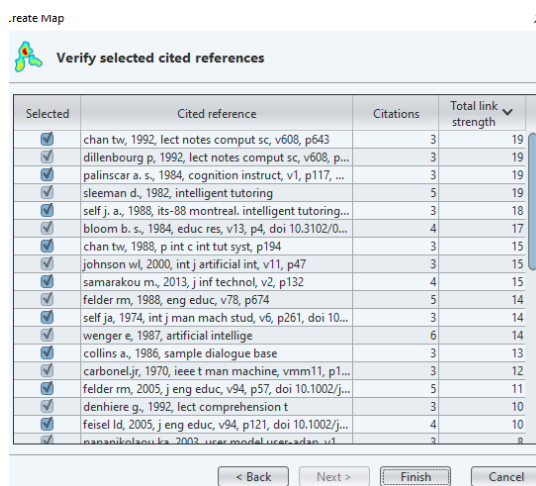
Co-citação

Uma co-citação ocorre quando os mesmos artigos são co-citados por vários outros artigos, permitindo-nos assumir que de alguma forma estão relacionados de uma maneira significativa. Ao contrário do acoplamento bibliográfico que liga/assemelha documentos, através das citações em comum, a co-citação identifica a ligação/semelhança de dois documentos citados, através das frequências de ocorrência conjunta de uma listagem de referências dos autores citantes (Grácio, 2016).

Seguindo a mesma sequência das análises de acoplamentos bibliográficos, apresentaremos as análises de co-citação de artigos, publicações científicas e autores.

Artigos

Ao analisar os 248 artigos incluídos na amostra e considerando como limite mínimo de três citações de uma referência citada, o conjunto obtido contém 39 artigos.



Selected	Cited reference	Citations	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	chan tw, 1992, lect notes comput sc, v608, p643	3	19
<input checked="" type="checkbox"/>	dillenbourg p, 1992, lect notes comput sc, v608, p...	3	19
<input checked="" type="checkbox"/>	palinscar a. s., 1984, cognition instruct, v1, p117, ...	3	19
<input checked="" type="checkbox"/>	sleeman d., 1982, intelligent tutoring	5	19
<input checked="" type="checkbox"/>	self j. a., 1988, its-88 montreal, intelligent tutoring...	3	18
<input checked="" type="checkbox"/>	bloom b. s., 1984, educ res, v13, p4, doi 10.3102/0...	4	17
<input checked="" type="checkbox"/>	chan tw, 1988, p int c int tut syst, p194	3	15
<input checked="" type="checkbox"/>	johnson wl, 2000, int j artificial int, v11, p47	3	15
<input checked="" type="checkbox"/>	samarakou m., 2013, j inf technol, v2, p132	4	15
<input checked="" type="checkbox"/>	felder rm, 1988, eng educ, v78, p674	5	14
<input checked="" type="checkbox"/>	self ja, 1974, int j man mach stud, v6, p261, doi 10...	3	14
<input checked="" type="checkbox"/>	wenger e, 1987, artificial intellige	6	14
<input checked="" type="checkbox"/>	collins a., 1986, sample dialogue base	3	13
<input checked="" type="checkbox"/>	carboneljr, 1970, ieee t man machine, vmm11, p1...	3	12
<input checked="" type="checkbox"/>	felder rm, 2005, j eng educ, v94, p57, doi 10.1002/j...	5	11
<input checked="" type="checkbox"/>	denhiere g., 1992, lect comprehension t	3	10
<input checked="" type="checkbox"/>	feisel ld, 2005, j eng educ, v94, p121, doi 10.1002/j...	4	10
<input checked="" type="checkbox"/>	nananikolaouka, 2003, user model tutor adapt, v1	2	8

Figura 11. co-citação de artigos

Para promover uma maior compreensão deste indicador (ou seja uma análise de co-citação de artigos), o diagrama de rede e de densidade é apresentado nas figuras 12 e 13, em que apenas os dois maiores conjuntos de itens conectados são apresentados e contêm sete artigos cada um.

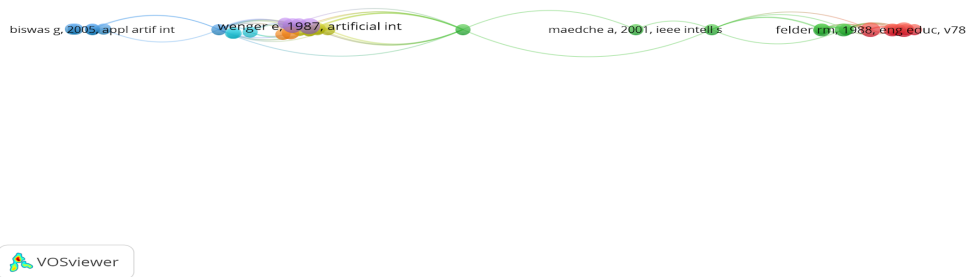


Figura 12. Diagrama de rede de co-citação de autores

A intensidade da co-citação entre artigos é determinada pelo número de publicações em que ambos os artigos são citados juntos, podendo perfeitamente acontecer que, no momento da publicação, os mesmos possam não parecer ligados mas as suas ligações ao longo do tempo podem aumentar à medida que estes artigos sejam citados em conjunto pela comunidade científica.

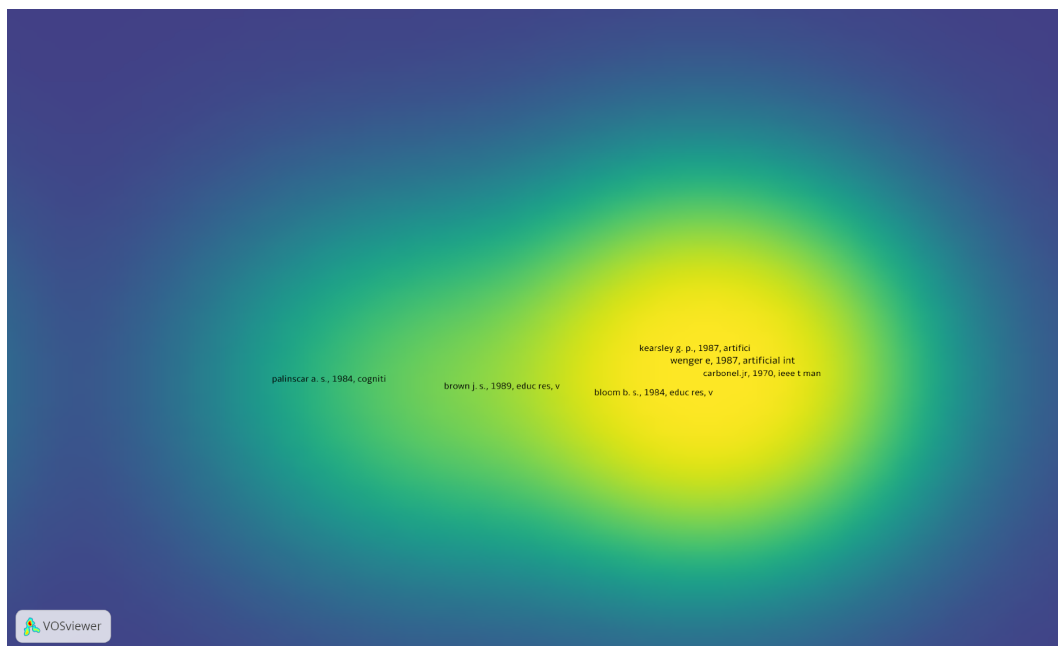



Figura 13. Diagrama de densidade de co-citação de autores

Publicações científicas

Em relação às fontes, as cinco publicações científicas com maior número de citações são, respectivamente: *Computers and Education* (71 citações); *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (45 citações); *Lectures Notes of Computer Science* (46 citações); *Expert Systems with Applications* (35 citações); *Journal of Applied Artificial Intelligence* (22 citações).

Create Map ×

 **Verify selected sources**

Selected	Source	Citations	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	comput educ	71	1302
<input checked="" type="checkbox"/>	int j artificial int	45	899
<input checked="" type="checkbox"/>	lect notes comput sc	46	892
<input checked="" type="checkbox"/>	expert syst appl	35	631
<input checked="" type="checkbox"/>	artif intell	22	431
<input checked="" type="checkbox"/>	educ technol soc	26	369
<input checked="" type="checkbox"/>	educ res	14	328
<input checked="" type="checkbox"/>	intelligent tutoring	15	322
<input checked="" type="checkbox"/>	j ed technology soc	8	321
<input checked="" type="checkbox"/>	instr sci	14	320
<input checked="" type="checkbox"/>	commun acm	17	311
<input checked="" type="checkbox"/>	cognitive sci	14	306
<input checked="" type="checkbox"/>	etr&d-educ tech res	16	302
<input checked="" type="checkbox"/>	artificial intellige	38	296
<input checked="" type="checkbox"/>	cognition instruct	10	281
<input checked="" type="checkbox"/>	j eng educ	20	278
<input checked="" type="checkbox"/>	comput hum behav	18	261
<input checked="" type="checkbox"/>	huan y personal link	20	260

Figura 14. Análise de co-citação de publicações científicas

De acordo com a figura 14, as publicações científicas analisadas apresentam mais de vinte citações. As figuras 15 e 16 apresentam os diagramas de rede e análise de co-citação de publicações científicas.

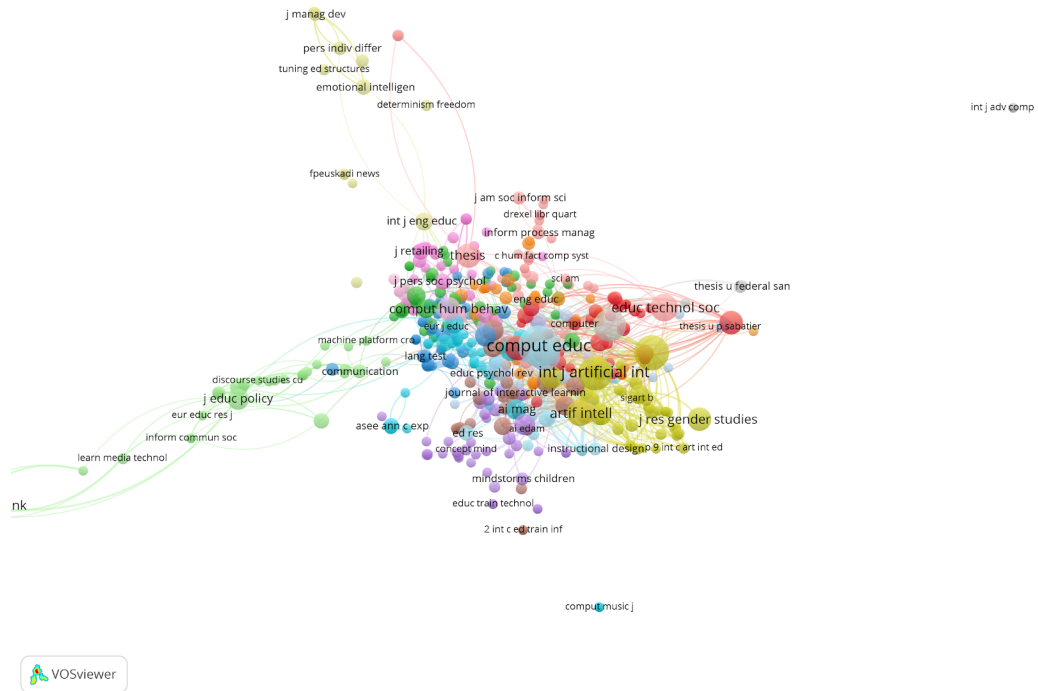


Figura 15. Diagrama de rede de co-citação de publicações científicas

Ao observar a análise de co-citação, a *Computers and Education* é a publicação mais ativa e influente no campo da IA em educação.

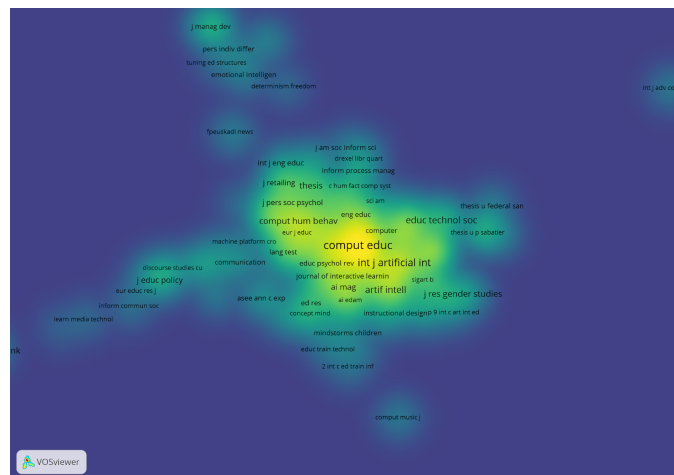


Figura 16. Diagrama de densidade de co-citação de publicações científicas

Autores

Quanto à autoria, a figura 17 apresenta um grupo de autores que tem pelo menos 10 citações.

Create Map X

Verify selected authors

Selected	Author	Citations	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	bull, s	12	63
<input checked="" type="checkbox"/>	chan, tw	26	61
<input checked="" type="checkbox"/>	jonassen, dh	11	41
<input checked="" type="checkbox"/>	felder, rm	13	26
<input checked="" type="checkbox"/>	graesser, ac	13	26
<input checked="" type="checkbox"/>	samarakou, m	14	26
<input checked="" type="checkbox"/>	hwang, gj	11	15
<input checked="" type="checkbox"/>	brusilovsky, p	15	14
<input checked="" type="checkbox"/>	oecd	10	2
<input checked="" type="checkbox"/>	khan, e	13	0

< Back Next > Finish Cancel

Figura 17. co-citação de autores

Destacam-se os três autores com maior número de citações: *Chan tank-Wai* (26 citações), *Brusilovsky Peter* (15 citações) e *Samarakou, Maria* (14 citações).

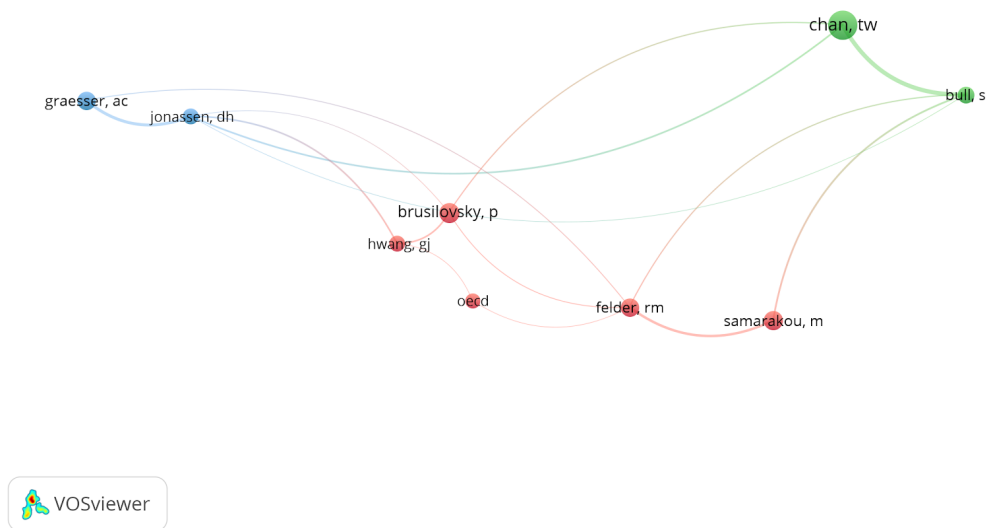


Figura 18. Diagrama de rede de co-citação de autores

Na análise do diagrama de rede, figura 18, identificam-se três conjuntos onde é visível a proximidade dos autores. O maior conjunto agrupa cinco autores, que são

responsáveis por 50% do total de citações, em que se destacam *Brusilovsky Peter* e *Samarakou Maria*, seguido pelo conjunto responsável por 30% do total de citações, onde se enquadra o autor *Chan tank-Wai*.

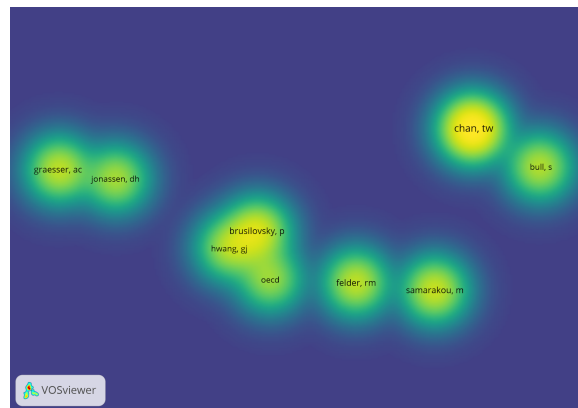


Figura 19. Diagrama de densidade de co-citação de autores

No diagrama de densidade, figura 19, está refletida a força desses autores, ou seja, os mais produtivos e inspiradores na área da utilização da IA na educação.

Considerações futuras

Um mapa de palavras-chave revela as relações entre termos localizados na pesquisa de forma bidimensional, em que a distância entre duas palavras-chave possa ser interpretada como uma indicação da relação entre palavras-chave. Geralmente, quanto menor a distância entre duas palavras-chave, mais fortes as palavras-chave são relacionados entre si. Nesse contexto achamos relevante visualizar a relação palavras-chave, determinada com base nas co-ocorrências de pelo menos três palavras-chave nos títulos e resumos de duas ou mais publicações científicas. Para a criação deste diagrama removemos as palavras-chave “*Artificial Intelligence*” e “*Education*” uma vez que são as que aparecem mais vezes o que nos permite uma melhor visualização das outras palavras-chaves utilizadas pelos autores.

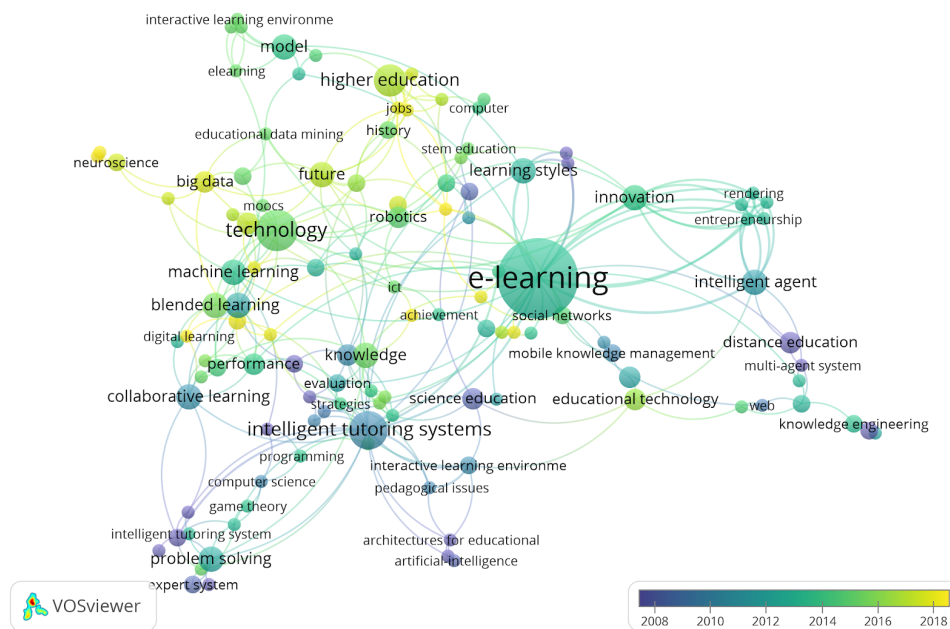


Figura 20. Diagrama de rede de palavras-chave

O diagrama é caracterizado por círculos e o respetivo rótulo, representando cada um uma palavra-chave. O seu tamanho é determinado pela força relativa à palavra-chave e é a indicação ao número de publicações em que a palavra-chave correspondente ocorre no título ou resumo da publicação científica (Wang & Tao, 2018). No diagrama de rede de palavras-chave, estas são identificadas e agrupadas em conjuntos, constituídos pelas mais utilizadas pelos autores e que permitem representar a evolução do papel da IA na educação ao longo do tempo. Assim destacamos: até 2008, a utilização do computador na educação através dos primeiros sistemas de tutores inteligentes - “*Computer uses in education*”, “*Expert systems*”; de 2010 a 2012, ensino à distância que deu origem a evolução de sistemas de ensino colaborativos e interativos; de 2012 a 2014, IA, educação, “*Machine learning*” e “*Semantic web educational technology*”; e a partir de 2014, “*Blended learning*”, “*Big data*”, “*Robotic*”, “*AI in education*”. Monitorar fatores que podem indicar a motivação dos alunos permitindo uma ação imediata e personalizada (Maria Samarakou, Fylladitakis, Früh, Hatzia Apostolou, & Gelegenis, 2015) e monitorar e avaliar o desempenho dos alunos durante as aulas é um desafio interessante, particularmente quando tem que ser realizado em condições de sala de aula em tempo real (Maria Samarakou et al., 2016).

Conclusão

A Inteligência Artificial e a educação estiveram desde o seu início ligados; são reféns da evolução tecnológica e necessitam de grandes quantidades de dados para evoluir. As primeiras linhas orientadoras, os primeiros algoritmos e as orientações pedagógicas dos primeiros sistemas continuam atuais; foram responsáveis por grandes mudanças na área da educação, abriram novas oportunidades de ensinar e aprender em qualquer lugar a qualquer hora disponibilizando métodos e ferramentas inovadoras. Nos últimos anos, a IA tem sido utilizada na criação de sistemas de tutores inteligentes, que recolhem e armazenam informações sobre o aluno dos quais se destacam o acesso a conteúdos, à sua participação em fóruns e a respostas aos exercícios propostos, para depois analisar e personalizar o processo de aprendizagem de cada aluno criando diferentes cenários com conteúdos e exercícios de acordo com os seus interesses e desempenho individual. A figura 21 procura representar o papel presente e o desenvolvimento futuro da IA na educação.

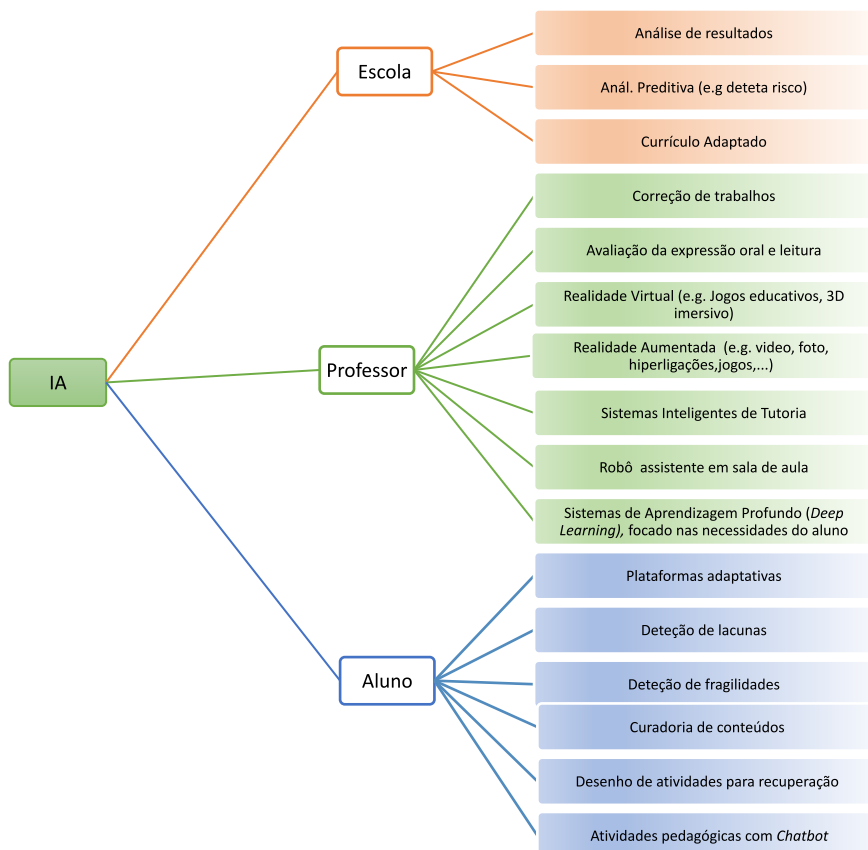


Figura 21. IA na educação

A pesquisa na base de dados Web of Science e a utilização do software VOSviewer permitiu-nos identificar que o grupo de países com maior índice de acoplamento bibliográfico é composto pelos Estados Unidos da América, Brasil, Republica Popular da China, Roménia, Espanha, Itália e Turquia. Como autores mais influentes destacam-se Samaraku Maria, Pavlicek Josef, Chan Tak-Wai e Chin Doris. No que diz respeito aos centros de investigação com maior índice de acoplamento, identificamos dois grandes grupos sendo o primeiro composto pela Universidade de Granada, Universidade de Stanford, Universidade de Birmingham e Universidade de Firat e o segundo pelo *Technological Educational Institute of Athens* e pelo *Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas*.

Investigações futuras no campo de aplicação da IA na educação terão como foco o desenvolvimento das aprendizagens, da avaliação, da ciência cognitiva e da tecnologia inteligente.

Referências Bibliográficas

- Badaracco, M., & Martínez, L. (2014). A Linguistic Modeling Approach to Characterize Items in Computerized Adaptive Test for Intelligent Tutor Systems Based on Competency. In Z. Wen & T. Li (Eds.), *Foundations of Intelligent Systems* (pp. 855–867). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, *11*(4), 190–202. <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>
- Chou, C. Y., Chan, T. W., & Lin, C. J. (2003). Redefining the learning companion: The past, present, and future of educational agents. *Computers and Education*. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00130-6](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00130-6)
- Ferreira, J. J. M., Ferreira, F. A. F., Fernandes, C. I. M. A. S., Jalali, M. S., Raposo, M. L., & Marques, C. S. (2016). What do we [not] know about technology entrepreneurship research? *International Entrepreneurship and Management Journal*, *12*(3), 713–733. <https://doi.org/10.1007/s11365-015-0359-2>

- García, P., Schiaffino, S., & Amandi, A. (2008). An enhanced Bayesian model to detect students' learning styles in Web-based courses: Original article. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 305–315.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00262.x>
- Grácio, M. C. C. (2016). Acoplamento bibliográfico e análise de cocitação: revisão teórico-conceitual. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência Da Informação*, 21(47), 82.
<https://doi.org/10.5007/1518-2924.2016v21n47p82>
- Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific papers. *American Documentation*, 14(1), 10–25. <https://doi.org/10.1002/asi.5090140103>
- Newell, A., & Simon, H. A. (1969). GPS, a program that simulates human thought. In *Readings in Cognitive Science: A Perspective from Psychology and Artificial Intelligence* (In H. Billing (ES.)).
<https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-1446-7.50040-6>
- Ravindran, V., & Shankar, S. (2015). Systematic reviews and meta-analysis demystified. *Indian Journal of Rheumatology*, 10(2), 89–94.
<https://doi.org/10.1016/j.injr.2015.04.003>
- Samarakou, M., Fylladitakis, E. D., Früh, W. G., Hatziapostolou, A., & Gelegenis, J. J. (2015). An advanced eLearning environment developed for engineering learners. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 10(3), 22–33.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v10i3.4484>
- Samarakou, M., Fylladitakis, E. D., Karolidis, D., Früh, W. G., Hatziapostolou, A., Athinaios, S. S., & Grigoriadou, M. (2016). Evaluation of an intelligent open learning system for engineering education. *Knowledge Management and E-Learning*, 8(3), 496–513. Retrieved from
https://pureapps2.hw.ac.uk/ws/portalfiles/portal/14188802/404_1572_1_PB.pdf
- Samarakou, M., Tsaganou, G., & Papadakis, A. (2017). *An e-Learning System for Extracting Text Comprehension and Learning Style Characteristics*. *Educational Technology & Society* (Vol. 21).
- Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for*

Information Science, 24(4), 265–269. <https://doi.org/10.1002/asi.4630240406>

Turing, A. M. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*. Source: *Mind, New Series* (Vol. 59). Oxford University Press on.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2018). VOSviewer Manual: Manual for VOSviewer version 1.6.9. *Leiden: Univeriteit Leiden*, (August), 1–51. Retrieved from http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.5.4.pdf

Wang, F., & Tao, X. (2018). Visual Analysis of the Application of Artificial Intelligence in Education. *Proceedings - International Joint Conference on Information, Media and Engineering, ICIME 2018*, 187–191. <https://doi.org/10.1109/ICIME.2018.00046>

Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational and cognitive approaches to the communication of knowledge*. *Knowledge-Based Systems* (Vol. 1). Morgan Kaufmann Publishers. [https://doi.org/10.1016/0950-7051\(88\)90091-3](https://doi.org/10.1016/0950-7051(88)90091-3)