

**A ENGENHARIA DO CONHECIMENTO NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**KNOWLEDGE ENGINEERING IN TEACHING INSTITUTIONS:
AN INTEGRATIVE REVIEW**

Pedro Heusi Tagliari¹;

Tatiana Tozzi²;

José Leomar Todesco³

***Abstract:** Knowledge Engineering (KE) offers several methodologies and tools that can be used in different organizational contexts. In education, these tools can improve performance, from teaching-learning activities to the institution's management. This article aims to carry out an integrative literature review to analyze how Knowledge Engineering tools have been applied in educational institutions. Thirty-nine publications were identified whose object of study helps to understand the phenomenon under study in this article. It was possible to classify these publications into seven macro topics based on the similarities between their methodological approaches. It was observed that complementary studies can be carried out in order to deepen the benefits of EC tools in educational institutions.*

***Keywords:** Education, Knowledge Engineering, Strategy, Learning Analytics, Integrative Review.*

Resumo: A Engenharia do Conhecimento (EC) oferece várias metodologias e ferramentas que podem ser utilizadas em contextos organizacionais diversos. Na área da educação essas ferramentas têm o poder de aprimorar desde atividades de ensino-aprendizagem até à gestão da instituição. Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura para analisar como as ferramentas da Engenharia do Conhecimento vêm sendo aplicadas nas instituições de ensino. Foram identificadas 39 publicações cujo objeto de estudo auxilia a compreender o fenômeno em estudo neste artigo. Foi possível classificar estas publicações em sete macro tópicos com base nas semelhanças entre suas abordagens metodológicas. Foi observado que trabalhos complementares podem ser realizados afim de aprofundar os benefícios das ferramentas de EC em instituições de ensino.

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina - (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4115-5984>. e-mail: pedroheusi@gmail.com

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina - (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3568-8277>. e-mail: tatitozzitt@gmail.com

³ Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4934-9820>. e-mail: tite@egc.ufsc.br

Palavras-chave: Educação, Engenharia do Conhecimento, Estratégia, Análise de Aprendizagem, Revisão Integrativa.

1 INTRODUÇÃO

Os desafios do cotidiano estão presentes em todas as organizações e em Instituições de Ensino não teria como ser diferente. A Engenharia do Conhecimento tem um arsenal de métodos e ferramentas que podem ser aplicados nas organizações para auxiliá-las no enfrentamento destes desafios.

Dentro deste arsenal as ferramentas que fazem uso de Inteligência Artificial vêm ganhando especial destaque. Os recentes avanços no campo da Inteligência Artificial (IA) vêm permitindo o desenvolvimento de produtos e serviços cada vez mais personalizados para atender o público alvo ao qual se destinam. No campo da educação, estas tecnologias têm o potencial de impactar profundamente a maneira como o conhecimento é transmitido dos educadores aos discentes. Por exemplo, a aplicação dessas tecnologias possibilita em última instância alterar a forma, conteúdo e velocidade do material didático às necessidades individuais de cada aluno, otimizando assim a experiência dos usuários e sua satisfação. Quando “a IA aplicada à Educação é uma área de pesquisa multi e interdisciplinar, pois contempla o uso de tecnologias da IA em sistemas cujo objetivo é o ensino e a aprendizagem” (SENAI, 2018).

Empresas, universidades e instituições de ensino em geral vêm investindo no desenvolvimento de plataformas baseadas em inteligência artificial numa tentativa de colher os frutos desta inovação ao mesmo tempo que se posicionam estrategicamente na dianteira deste mercado. Diante deste cenário postula-se a seguinte questão de pesquisa: *Como a Engenharia do Conhecimento tem impactado a camada estratégica das Instituições de Ensino?* Este artigo propõe-se a responder esta pergunta realizando uma revisão integrativa da literatura.

2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente artigo fez uso de uma revisão integrativa da literatura para explorar a questão de pesquisa proposta. Este tipo de revisão se caracteriza por ter todos os seus passos documentados de forma a permitir a replicabilidade da pesquisa.

Foram selecionadas quatro bases de publicações para recuperação de artigos que seriam

utilizadas no escopo deste artigo: *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct*, e JSTOR. Estas bases foram escolhidas pelos autores por dois motivos principais:

- A grande quantidade de publicações relacionadas ao tema desta pesquisa que se encontram indexadas nas bases.
- A facilidade que estas bases dispõem para customizar os *strings* de busca e assim fazendo obter resultados mais relevantes para responder à questão desta pesquisa.

As *palavras-chave* procuradas foram divididas em três grupos conforme ilustra o Quadro 1. Para um artigo ser capturado no filtro de busca ele deveria conter ao menos uma palavra-chave de cada categoria. Para as bases *Scopus* e *Web of Science* foram buscados artigos cujas palavras-chave coincidissem com os termos de busca. Para a base JSTOR este tipo de pesquisa por palavras-chave é inviável, logo, foram feitas buscas no *abstract* dos artigos e retornadas publicações que contivessem os termos de busca em seu *abstract*. Por último, na base *Science Direct* também não é possível buscar apenas por palavras-chave, então foram buscados artigos cujo título, palavra-chave ou *abstract* coincidissem ou contivessem os termos de busca.

Quadro 1 – Palavras-chave pesquisadas

Educação	Inovação/Tecnologia	Estratégia
<i>Teaching Education</i>	<i>Big Data Artificial Intelligence Data Analytics</i>	<i>Strategy Strategic</i>

Fonte: Os autores

A busca se limitou a artigos publicados em revistas científicas, em inglês ou português, no período contido entre janeiro de 2017 e agosto de 2021. A pesquisa também ficou restrita a publicações nos temas de *Education*, *Management*, *Business*, *Social Sciences*, e *Interdisciplinary*.

Ao todo foram recuperados 73 (setenta e três) artigos únicos das bases de dados. A contribuição de cada base é detalhada na Tabela 1.

Tabela 1 – Artigos recuperados por base de dados

Base	Número de Artigos
<i>Scopus</i>	29
<i>Web of Science</i>	29
<i>Science Direct</i>	13
JSTOR	2

Fonte: Os autores

Uma vez realizadas as pesquisas nas bases, foram lidos os títulos e resumos dos artigos obtidos de forma a averiguar sua aderência ao tema desta pesquisa. Ao todo 26 (vinte e seis) artigos foram considerados não aderentes ao tema.

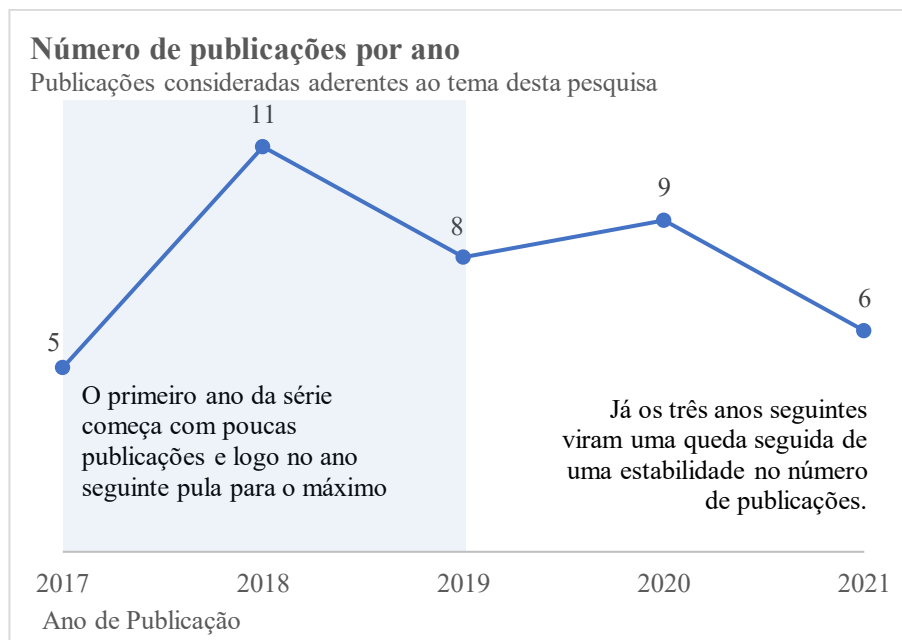
A seleção final dos artigos recuperados na pesquisa e considerados aderentes ao escopo deste trabalho (primeiros dois critérios) resultou em 47 (quarenta e sete) artigos. Estes artigos foram então lidos e analisados, buscando identificar quais abordavam aspectos da EC nas Instituições de Ensino. Desta leitura outros 8 (oito) artigos acabaram sendo excluídos por abordarem apenas marginalmente aspectos da EC. Ao final restaram 39 (trinta e nove) artigos aderentes ao tema deste trabalho.

3 RESULTADOS

Os artigos que entraram nesta pesquisa foram publicados em 26 (vinte e seis) revistas diferentes. Algumas dessas revistas se destacaram com múltiplas publicações figurando nos resultados da busca: *International Journal of Emerging Technologies in Learning* (5 publicações), *International Journal of Engineering Education* (4 publicações), *Computers and Education* (3 publicações), e *Educational Technology & Society* (3 publicações).

Quanto à escala temporal das publicações, notou-se um aumento inicial seguido de uma queda e uma tendência de estabilidade no número de artigos publicados ao longo do recorte temporal realizado. A Figura 1 mostra como se deu a distribuição ao longo dos anos avaliados nesta pesquisa. Vale ressaltar que para 2021 o horizonte da pesquisa finda em agosto.

Figura 1 – Distribuição temporal das publicações analisadas



Fonte: Os autores

Num recorte de autores, houveram 131 (cento e trinta e um) autores distintos contribuindo para o objeto de pesquisa. Além disso, 2 (dois) destes autores se destacaram ao contribuir com duas publicações cada; são eles: Gwo-Jen Hwang (2019, 2021) e Hiroaki Ogata (2020, 2021).

4 DISCUSSÃO

De modo a estruturar a análise dos trabalhos recuperados, foi realizada a leitura do material e proposta uma classificação de 6 (seis) grandes tópicos de discussão. Os artigos foram agrupados nestes tópicos de modo que cada publicação estivesse associada a no mínimo um tópico. Uma mesma publicação pode ser classificada em até dois tópicos diferentes a depender da abrangência do escopo do trabalho. O Quadro 2 resume a proposição de agrupamento dos trabalhos.

4.1 LEARNING ANALYTICS

O *Learning analytics* é uma ferramenta que possibilita realizar a coleta, análise e divulgação de dados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. São coletados dados referentes a trajetória e interação dos estudantes e por meio deles seria possível avaliar o processo de ensino objetivando auxiliar tanto alunos quanto professores (FREITAS, *et. al*, 2019).

Instituições de ensino teriam muito a se beneficiar do uso de tais ferramentas, com

ganhos observáveis antes dos alunos sequer se matricularem. Delcoure e Carmona (2019) exploram como o uso de análise de dados pode transformar o processo seletivo das universidades, chegando ao ponto de torná-lo proativo, isto é, as universidades buscariam ativamente os alunos cujo perfil melhor se adequa às suas necessidades.

O uso de ferramentas de *Learning Analytics* mudaria desde a forma como aulas são ministradas até a forma como os alunos são avaliados, porém é necessário muito planejamento e desenvolvimento até que as instituições consigam fazer o melhor uso deste ferramental (BART et al., 2020). Os artigos recuperados da pesquisa descrevem estudos de caso da aplicação de tais ferramentas na condução de atividades de ensino-aprendizagem.

Xia (2020), Maldonado-Mahauad *et al.* (2018), Zhao *et al.* (2021) e Kuromiya *et al.* (2020) utilizaram da mineração de dados e *learning analytics* para identificar padrões de comportamento dos estudantes ao navegarem pelo material didático. Estes dados serviram para que os instrutores pudessem ser mais assertivos ao aconselhar os estudantes sobre as mais efetivas formas de estudar e se preparar para exames. Elia *et al.* (2019) utilizam ferramentas de *Big Data* para acompanhar a satisfação dos alunos em cursos oferecidos online e assim reagir de acordo para manter o engajamento e o espírito colaborativo dos estudantes. Wang e Zheng (2020) e Kong (2020) construíram ferramentas baseadas que fazem uso de uma massiva quantidade de dados para auxiliar estudantes de dança e artes respectivamente. Finalmente, Yang et al. (2021) exploraram maneiras de gerar de forma automatizada questões de revisão que ajudassem os alunos a melhor assimilar o conteúdo didático.

Quadro 2 – Categorização das publicações recuperadas em macro tópicos

Tópico	Publicações
<i>Learning analytics</i>	Xia (2020); Bart et al. (2020); Wang e Zheng (2020); Kong (2020); Yang et al. (2021); Zhao et al. (2021); Delcoure e Carmona (2019); Elia et al. (2019); Maldonado-Mahauad et al. (2018); Kuromiya et al. (2020)
Aprendizagem ativa	Auyuanet et al. (2018); Hubbard e Couch (2018); Lie (2018); Mitchell et al. (2017); Baytiyeh e Naja (2017); Molinillo et al. (2018); Davis et al. (2018); Gao et al. (2020); Speier-Pero e Schoenherr (2020); Dominguez et al. (2018); Ortigosa (2018); Nguyen et al. (2017)
Aplicações de inteligência artificial	Gray (2020); Wang e Zheng (2020); Kong (2020); Yang et al. (2021); Shorey et al. (2020); Wang e Cheng (2021); Li (2017); Luo (2018); Lin et al. (2018); Zheng et al. (2019); Maimaiti (2019)
Aprendizagem personalizada	Bart et al. (2020); Xie et al. (2019); Maldonado-Mahauad et al. (2018); Luo (2018); Lin et al. (2018); Maimaiti (2019); Li (2017)
Futuro da educação	Barzman et al. (2021); Henderson et al. (2019); Irby e O’Sullivan (2018); Harden (2018); Mkrttchian et al. (2021); Alzahrani et al. (2018)
Salas de aula inteligentes	Kwet e Prinsloo (2020); Montebello (2018)

Fonte: Os autores

4.2 APRENDIZAGEM ATIVA

A Aprendizagem ativa busca colocar o aluno como protagonista de sua trajetória de ensino, sendo o oposto da educação tradicional onde o professor é detentor de todo o conhecimento. Valente (2014), ressalta que a aprendizagem ativa é “a oposição à aprendizagem passiva baseada na transmissão de informação. O aluno assume uma postura mais ativa na qual ele resolve problemas, desenvolve projetos, e (...) cria oportunidades para a construção de conhecimento”.

Um dos grandes desafios enfrentados pelas instituições de ensino é o de operacionalizar este conceito por meio de estratégias concretas. Davis *et al.* (2018) e Mitchell *et al.* (2017) buscaram na literatura casos e metodologias de sucesso comprovado para embasar a formulação de uma lista com recomendações para que instrutores e gestores de educação possam fazer escolhas mais assertivas. Já Nguyen *et al.* (2017) estudaram as expectativas que os estudantes têm sobre o tema e como os instrutores podem otimizar sua estratégia de ensino para melhor atender os anseios dos discentes.

Alguns dos artigos recuperados na busca feita na literatura também contribuem com o tema descrevendo casos de implementação em múltiplas escalas. Dominguez *et al.* (2018) descrevem o processo de implementação dos conceitos de aprendizagem ativa em todo um programa de engenharia de uma universidade privada chilena. Por outro lado, Ortigosa (2018), Lie (2018), Baytiyeh *et al.* (2017), Hubbard e Couch (2018) e Auyuanet *et al.* (2017) operaram experimentos com metodologias de aprendizagem ativa diversas na escala de uma única matéria universitária. Speier-Pero e Schoenherr (2020) descrevem a adoção da metodologia de aprendizagem baseada em projetos em um programa de *Master of Science in Business Analytics*, enquanto Gao *et al.* (2020) aplicaram metodologia semelhante em um único curso de inteligência artificial ministrado na *McMaster University*. Finalmente, o caso apresentado por Molinillo *et al.* (2018) foge às escalas mencionadas e é conduzido com estudantes fora da estrutura formal de um curso ou uma matéria.

4.3 APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

As aplicações de IA nas instituições de ensino podem resultar em uma otimização e uma automatização de rotinas, como por exemplo a correção de gabaritos, formulação do plano de

aulas, análise de textos, e identificação de plágios e fraudes (Neogrid, 2021).

A despeito das possíveis vantagens de se aplicar inteligência artificial no ambiente escolar (Lin *et al.*, 2018; Gray, 2020; Zheng *et al.* 2019), alguns desafios ainda se impõem. Primeiramente há a necessidade de desenvolver os sistemas, garantindo que sejam isonômicos no tratamento dos estudantes e respeitem a privacidade dos envolvidos. Além disso, se faz necessária uma readequação do currículo escolar e uma capacitação dos profissionais da educação a fazerem o melhor uso possível destes recursos (Wang & Cheng, 2021).

Seis dos trabalhos recuperados propõem maneiras de construir sistemas baseados em inteligência artificial para uso em ambientes escolares. O sistema proposto por Luo (2018) é único deste grupo agnóstico no tocante a disciplina. Já as outras proposições são de sistemas dedicados a um fim específico. Kong (2020) desenvolveu um sistema que ajuda estudantes de arte; enquanto Wang e Zheng (2020) se dedicaram ao ensino de dança e Li (2017) e Maimaiti (2019) ao ensino de inglês como língua estrangeira. Os sistemas desenvolvidos tanto por Yang *et al.* (2021) quanto Shorey *et al.* (2020) não são específicos de uma disciplina, mas se assemelham ao focar no ensino de habilidades específicas: compreensão de leitura e comunicação, respectivamente.

Os resultados obtidos por todos os autores são promissores, porém não necessariamente conclusivos. Há uma percepção generalizada de todos de que são necessários mais estudos e testes para se avaliar o real impacto que seus sistemas causam no aprendizado dos alunos. Este fato reforça o estágio ainda incipiente da tecnologia no ambiente escolar.

4.4 APRENDIZAGEM PERSONALIZADA

Em um ambiente escolar convencional os professores são responsáveis por transmitir o seu conhecimento a diversos alunos simultaneamente. No entanto, em última instância, cada aluno teria sua própria forma ótima de aprender e assimilar o conteúdo a ele apresentado. A solução para este impasse seria adaptar a forma de transmitir o conteúdo para cada aluno respeitando suas limitações e necessidades, ideia esta que deu origem ao termo “Aprendizagem Personalizada”.

Neste contexto, o desenvolvimento e uso de ferramentas da EC vêm possibilitando aos professores e às instituições de ensino oferecer soluções personalizadas de aprendizagem aos discentes. Bart *et al.* (2020) mapearam o desejo que usuários de plataformas online de aprendizagem têm em ver o desenvolvimento de tais ferramentas. Lin *et al.* (2018) descrevem

formas em que as ferramentas de EC podem aumentar o engajamento dos estudantes no processo de aprendizado através da criação de ambientes de experimentação virtuais.

Xie *et al.* (2019) realizou uma busca na literatura para avaliar como o tema de aprendizagem personalizada ganhou relevância na última década, mesmo que ainda de forma assimétrica. Os autores notaram que algumas disciplinas como engenharias, línguas, matemática e ciências naturais despontam no número de iniciativas registradas que fizeram uso de ferramentas de aprendizagem personalizada. Por outro lado, artes, ciências sociais, ciências médicas e gestão ainda pareciam estar alheias à tendência. Assimetria semelhante foi percebida no público-alvo destas ferramentas com o grupo “estudantes de nível universitário” sendo o mais visionado com 46% das iniciativas mapeadas pelos autores.

Um primeiro desafio para a concepção de sistemas que permitam a aprendizagem personalizada é a identificação e mapeamento dos tipos de estratégia que cada aluno pode seguir. Maldonado-Mahauad *et al.* (2018) utilizaram dados da interação dos alunos com plataformas de aprendizagem *online* (MOOCs) para correlacionar os padrões de navegação na plataforma com a taxa de sucesso dos estudantes.

Outros artigos recuperados na busca à literatura se dedicam a descrever formas de conceber sistemas que baseiam a aplicação do conceito. Li (2017) e Maimaiti (2019) descreveram a construção que fizeram de um modelo baseado em inteligência artificial para auxiliar os estudantes de inglês como língua estrangeira a otimizarem seu aprendizado. Por outro lado, Luo (2018) descreve um sistema semelhante baseado nos mesmos princípios, porém de uso agnóstico quanto à disciplina.

4.5 FUTURO DA EDUCAÇÃO

Estima-se que o futuro da educação será multidisciplinar, híbrido e personalizado. Por conta da pandemia da Covid-19 a educação teve que se adaptar rapidamente e muito do que era apenas idealizado deve se tornar uma realidade até o final de 2021 (NMC, 2017).

As abordagens tomadas por autores que se dedicam ao tema do futuro da educação são variadas na literatura, não havendo assim homogeneidade metodológica observável. Da pesquisa realizada, foram obtidos os seguintes enfoques:

- Harden (2018) elenca o que considera serem as 10 (dez) características das escolas de medicina do futuro.
- Mkrttchian *et al.* (2021) exploram como duas grandes tendências: *Big Data* e Internet

das Coisas vêm influenciando o ensino e quais são os futuros prospectos para ambas.

- Irby e O'Sullivan (2017) exploram os desafios de se criar sistemas mais eficientes de recompensa para professores, de modo a valorizar não apenas os pesquisadores, mas também os educadores e praticantes.
- Barzman *et al.* (2021) exploram os efeitos da transformação digital nas escolas de ensino superior e pesquisa através de uma análise de possíveis cenários.
- Henderson *et al.* (2019) exploram a relevância dos Princípios da iniciativa das Nações Unidas para Educação de Gestão Responsável (PRME) nos próximos 50 (cinquenta) anos.
- Alzahrani *et al.* (2021) exploram como as instituições de ensino poderiam aplicar conceitos, técnicas e ferramentas da Qualidade 4.0, além dos potenciais ganhos advindos desta adoção.

4.6 SALAS DE AULA INTELIGENTES (*SMART CLASSROOMS*)

Baseados no conceito de conceito de cidades inteligentes, Cebrián *et al.* (2021) definem as salas de aula inteligentes como:

espaços de aprendizagem com tecnologia aprimorada para hospedar educação híbrida, desde a incorporação de dispositivos digitais e software de aprendizagem à inclusão de redes de sensores que ajudam a rastrear os processos da sala de aula, coletar dados e oferecer insights para ajudar na tomada de decisões para um aprendizado melhor e mais rápido, para proporcionar melhores condições de ensino e aprendizagem a educadores e alunos (Cebrián *et al.*, 2021).

Montebello (2018) explora algumas das aplicações que se fazem dos dados coletados em ambiente escolar para potencializar as capacidades de aprendizagem dos estudantes. No entanto, o autor alerta para os riscos que a perda de privacidade traria tanto aos alunos quanto aos professores. Este alerta é ecoado por Kwet e Prinsloo (2020) que ainda expandem a análise e argumentam que a coleta de dados dos estudantes acarretaria num reequilíbrio de poderes entre estudantes, professores e técnicos administrativos no ambiente escolar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa explora como as tecnologias advindas da Engenharia do Conhecimento vêm alterando a forma como o conhecimento é ensinado nas instituições de ensino, desde a educação básica até a pós-graduação e a educação continuada. Esta adoção cada

vez mais massiva de ferramentas da Engenharia do Conhecimento faz com que as instituições de ensino tenham de readequar tanto seu *modus operandi* quanto sua estratégia. As instituições devem não apenas coletar como analisar e promover um uso mais intensivo dos dados que geram, de modo a poderem potencializar as atividades de ensino-aprendizagem que conduzem.

Na busca feita à literatura, foram observadas diversas aplicações de diferentes ferramentas, porém um ponto em comum em todas elas, é a necessidade de grandes quantidades de dados de qualidade que alimentem os modelos propostos. As abordagens de *learning analytics*, inteligência artificial, aprendizagem personalizada e *smart classroom* são especialmente sensíveis à qualidade dos dados que recebem. Logo, as instituições precisarão se reposicionar e focar em tecnologias de coleta e tratamento de dados para fortalecer as iniciativas que desejem seguir. Interessantemente, ao fazê-lo estas instituições estarão promovendo uma estratégia de negócios mais próxima a de uma *startup* de tecnologia que uma instituição de ensino tradicional. Este fato por si só dá uma dimensão do realinhamento estratégico necessário.

Paralelamente, foi possível observar que a pesquisa no âmbito ferramental ainda está em andamento, com vários pesquisadores propondo diferentes abordagens e aplicando-as em diferentes contextos e escalas para testar sua viabilidade e eficácia. No entanto, mais estudos ainda são necessários para se identificar quais ferramentas e abordagens são de fato promissoras e quais apenas especulativas.

Esta pesquisa sugere que o uso de ferramentas da EC ainda não está consolidado na prática da educação, no entanto ele deverá se tornar cada vez mais presente no futuro. As instituições de ensino não devem precisar mudar drasticamente seu rumo num curto espaço de tempo, mas devem começar a se preparar e planejar para o futuro. Esta preparação deve se focar principalmente no desenvolvimento da infraestrutura que dará suporte a essas iniciativas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem à CAPES, por apoiar financeiramente este trabalho através da bolsa CAPES/PROEX.

REFERÊNCIAS

- Alzahrani, B., Bahaitham, H., Andejany, M. & Elshennawy, A. (2021). How Ready is Higher Education for Quality 4.0 Transformation according to the LNS Research Framework? *Sustainability*, v. 13.
- Auyuanet, A., Modzelewski, H., Loureiro, S., Alessandrini, D. & Míguez, M. (2018). FísicActiva: applying active learning strategies to a large engineering lecture. *European Journal of Engineering Education*, v. 43, n. 1, p. 55-64.
- Bart, R., Olney, T., Nichols, M. & Herodotou, C. (2020). Effective usage of learning analytics: what do practitioners want and where should distance learning institutions be going? *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, v. 35, n. 2, p. 178-195.
- Barzman, M., Gerphagnon, M., Aubin-Houzelstein, G., Baron, G., Bénart, A., Bouchet, F., Dibie, J., Gibrat, J., Hodson, S., Lhoste, E., Martin, C., Moulier-Boutang, Y., Perrot, S., Phung, F., Pichot, C., Siné, M., Venin, T. & Mora, O. (2021). Exploring Digital Transformation in Higher Education and Research via Scenarios. *Journal of Futures Studies*, v. 25, n. 3, p. 65-78.
- Baytiyeh, H. & Naja, M. (2017). Students' perceptions of the flipped classroom model in an engineering course: a case study. *European Journal of Engineering Education*, v. 42, n. 6, p. 1048-1061.
- Cebrián, G., Palau, R., Koper, R. & Recalde, J. M. (2021). *Special Issue Information. Education Sciences*. Recuperado em 28 agosto, 2021, de https://www.mdpi.com/journal/education/special_issues/Smart_Classrooms#info
- Davis, D., Chen, G., Hauff, C. & Houben, G. (2018). Activating learning at scale: A review of innovations in online learning strategies. *Computers & Education*, v. 125, p. 327-344.
- Delcoure, N. & Carmona, J. (2019). Enrollment management analytics: a practical framework. *Journal of Applied Research in Higher Education*, v. 11, n. 4, p. 910-925.
- Dominguez, A., Truyol, M. E. & Zavala, G. (2018). Professional development program to promote active learning in an engineering classroom. *International Journal of Engineering Education*, v. 35, n. 1, p. 424-433.
- Elia, G., Solazzo, G., Lorenzo, G. & Passiante, G. (2019). Assessing learners' satisfaction in collaborative online courses through a big data approach. *Computers in Human Behavior*, v. 92, p. 589-599.
- Freitas, E. L. S. X., Souza, F. F. & Garcia, V. C. (2019). Learning Analytics em Ação: Uma Revisão Sistemática de Literatura. *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)*. Brasília, p. 1581-1590.
- Gao, Z., Wanyama, T. & Singh, I. (2020). Project and Practice Centered Learning: A Systematic Methodology and Strategy to Cultivate Future Full Stack Artificial Intelligence Engineers. *International Journal of Engineering Education*, v. 36, n. 6, p. 1760-1772.
- Gray, S. L. (2020). Artificial intelligence in schools: Towards a democratic future. *London Review of Education*, v. 18, n. 2, p. 163-177.
- Harden, R. (2018). Ten key features of the future medical school – not an impossible dream. *Medical Teacher*.
- Henderson, L. H., Wersun, A., Wilson, J., Yeung, S. M. & Zhang, K. (2019). Principles for responsible management education in 2068. *Futures*, v. 111, p. 81-89.
- Hubbard, J. & Couch, B. (2018). The positive effect of in-class clicker questions on later exams

- depends on initial student performance level but not question format. *Computers & Education*, v. 120, p. 1-12.
- Irby, D. & O’Sullivan, P. (2018). Developing and rewarding teachers as educators and scholars: remarkable progress and daunting challenges. *Medical Education*, v. 52, p. 58-67.
- Kong, F. (2020). Application of Artificial Intelligence in Modern Art Teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 15, n. 13, p. 238-251.
- Kuromiya, H., Majumdar, R. & Ogata, H. (2020). Fostering Evidence-Based Education with Learning Analytics: Capturing Teaching-Learning Cases from Log Data. *Educational Technology & Society*, v. 23, n. 4, p. 14–29.
- Kwet, M. & Prinsloo, P. (2020). The ‘smart’ classroom: a new frontier in the age of the smart university. *Teaching in Higher Education*, v. 25, n. 4, p. 510-526.
- Li, X. (2017). The Construction of Intelligent English Teaching Model Based on Artificial Intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 12, n. 12, p. 35-44.
- Lie, T. (2018). The Effect of Active Learning Strategies on Communication Apprehension in Information Systems Students in Taiwan. *IEEE Transaction on Professional Communication*, v. 61, n. 1.
- Lin, P., Wooders, A., Wang, J. T. & Yuan, W. (2018). Artificial Intelligence, the Missing Piece of Online Education? *IEEE Engineering Management Review*, v. 46, n. 3, p. 25-28.
- Luo, D. (2018). Guide Teaching System Based on Artificial Intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 13, n. 8, p. 90-102.
- Maimaiti, K. (2019). Modelling and analysis of innovative path of English teaching mode under the background of big data. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, v. 29, n. 4, p. 306-320.
- Maldonado-Mahauad, J., Pérez-Sanagustín, M., Kizilcec, R., Morales, N. & Munoz-Gama, J. (2018). Mining theory-based patterns from Big data: Identifying self-regulated learning strategies in Massive Open Online Courses. *Computers in Human Behavior*, v. 80, p. 179-196.
- Mitchell, A., Petter, S. & Harris, A. (2017). Learning by Doing: Twenty Successful Active Learning Exercises for Information Systems Courses. *Journal of Information Technology Education: Innovation in Practice*, v. 16, p. 21-46.
- Mkrttchian, V., Gamidullaeva, L., Finogeev, A., Chernyshenko, S., Chernyshenko, V., Amirov, D. & Potapova, I. (2021). Big Data and Internet of Things (IoT) Technologies’ Influence on Higher Education: Current State and Future Prospects. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, v. 16, n. 5.
- Molinillo, S., Aguilar-Illescas, R., Anaya-Sánchez, R. & Vallespín-Arán, M. (2018). Exploring the impacts of interactions, social presence and emotional engagement on active collaborative learning in a social web-based environment. *Computers & Education*, v. 123, p. 41-52.
- Montebello, M. (2018). Contextual Dimensions of an Ambient Intelligent Classroom. *13th International Conference on Learning Sciences (ICLS) Proceedings*, Londres, p. 1373-1374.
- Neogrid. (2021). *O que é inteligência artificial e quais suas aplicações?* Recuperado em 28

- agosto, 2021, de <https://neogrid.com/br/blog/inteligencia-artificial-entenda-o-que-e-e-suas-aplicacoes>
- Nguyen, K., Husman, J., Borrego, M., Shekhar, P., Prince, M. J., Demonbrun, M., Finelli, C., Henderson, C. & Waters, C. (2017). Students' Expectations, Types of Instruction, and Instructor Strategies Predicting Student Response to Active Learning. *International Journal of Engineering Education*, v. 33, n. 1, p. 2-18.
- NMC - New Media Consortium. (2017). *NMC Horizon Reports*. Recuperado em 28 agosto, 2021, de <https://www.nmc.org/publication-type/horizon-report>
- Ortigosa, I. (2018). An experience with varied teaching methodologies at mechanical engineering program. *International Journal of Engineering Education*, v. 34, n. 4, p. 1285-1288.
- SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. (2018). Departamento Nacional. Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: *SUMÁRIO EXECUTIVO*. Brasília: SENAI.
- Shorey, S., Ang, E., Debby Ng, E., Yap, J., Lau, L. S. T. & Chui, C. K. (2020). Communication skills training using virtual reality: A descriptive qualitative study. *Nurse Education Today*, v. 94.
- Speier-Pero, C. & Schoenherr, T. (2020). Creating Impactful Student Learning in a Business Analytics Program through Leveraging Scholar-Practitioner Engagement. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, v. 18, n. 1, p. 59-89.
- Valente, J. A. (2014). *Aprendizagem Ativa no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida*. Recuperado em 18 agosto, 2021, de http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/hypermedia_files/live/nucleo_de_base1/medias/files/classe_invertida.pdf
- Wang, T. & Cheng, E. C. K. (2021). An investigation of barriers to Hong Kong K-12 schools incorporating Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 2.
- Wang, Y. & Zheng, G. (2020). Application of Artificial Intelligence in College Dance Teaching and Its Performance Analysis. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 15, n. 16, p. 178-190.
- Xia, X. (2020). Learning behavior mining and decision recommendation based on association rules in interactive learning environment. *Interactive Learning Environments*.
- Xie, H., Chu, H., Hwang, G. & Wang, C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, v. 140.
- Yang, A., Chen, I., Flanagan, B. & Ogata, H. (2021). Automatic Generation of Cloze Items for Repeated Testing to Improve Reading Comprehension. *Educational Technology & Society*, v. 24 n. 3, p. 147–158.
- Zhao, F., Hwang, G. & Yin, C. (2021). A Result Confirmation-based Learning Behavior Analysis Framework for Exploring the Hidden Reasons behind Patterns and Strategies. *Educational Technology & Society*, v. 24, n. 1, p. 138–151.
- Zheng, S., Jiang, S., Yue, X., Pu, R. & Li, B. (2019). Application Research of an Innovative Online Education Model in Big Data Environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 14, n. 8, p. 125-138.