

Learning analytics e academic analytics nas instituições de ensino superior como paradigma para a gestão da educação corporativa

André Telles Campos – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal –

andre.campos@cbm.df.gov.br – ORCID: 0009-0004-1624-383X

Regina Célia Bueno da Fonseca – Instituto Federal de Goiás –

regina.fonseca@ifg.edu.br – ORCID: 0000-0002-9480-2068

Resumo: A profusão de dados nos sistemas educacionais tem levado as instituições de ensino superior a desenvolver *frameworks* para tirar proveito dessa riqueza com vistas ao aumento da efetividade do processo de ensino e aprendizagem. Espelhando os esforços do mundo corporativo, que faz uso de ferramentas analíticas, de aprendizado de máquina e painéis de controle, tem florescido o campo de *learning analytics* e *academic analytics*. Este artigo buscou identificar as contribuições relativas ao tema por meio de revisão sistemática da literatura. Foi consultada a base de periódicos da Capes com palavras-chave relacionadas a ciência de dados educacionais e aprendizagem organizacional. Os artigos resultantes foram tratados com critérios de inclusão e exclusão, chegando-se a 25 artigos recentes para análise. Esses estudos foram classificados em conceituais e empíricos. A análise focou nas contribuições tanto gerenciais quanto tecnológicas que pudessem ser adotadas por organizações para fortalecer o processo de tomada de decisão baseada em evidências de seus setores de treinamento, desenvolvimento e educação. Verificou-se que os exemplos práticos de instituições se beneficiando dos dados educacionais para melhorar seus resultados perpassam pela mudança de cultura organizacional, arquitetura de dados adequada e melhor comunicação interna.

Palavras-chave: Academic analytics. Educação corporativa. Gestão orientada a dados. Learning analytics. Treinamento, desenvolvimento e educação.

Learning analytics and academic analytics in higher education institutions as a paradigm for learning and development

Abstract: The profusion of data in educational systems has prompted higher education institutions to develop frameworks to harness of this wealth to increase the effectiveness of the teaching and learning process. Mirroring the efforts of the corporate world in using analytical tools, machine learning, and dashboards, the field of learning analytics and academic analytics has flourished. This paper sought to identify contributions to the field through a systematic literature review. The Capes database was consulted with keywords related to educational data science and organizational learning. The resulting papers were processed using inclusion and exclusion criteria, resulting in 25 recent articles for analysis. These studies were classified as conceptual and empirical. The analysis focused on both managerial and technological contributions that could be adopted by organizations to strengthen the evidence-based decision-making process in their training, development, and education sectors. It was found that practical examples of institutions using educational data to improve outcomes include a change in organizational culture, appropriate data architecture, and better internal communication.

Keywords: Academic analytics. Data-driven educational management. Learning analytics. Organizational learning. Workplace learning.

1. Introdução

Embora ainda seja um campo emergente, há cada vez mais evidências de que a utilização da ciência de dados para a gestão educacional decorrem resultados positivos (BRAVO; MOLANO; LÓPEZ, 2021; FOSTER; FRANCIS, 2020; WAHEED et al., 2018). A ciência de dados pode ser muito útil para a gestão da educação corporativa, pois permite aos gestores coletar, organizar e analisar grandes quantidades de dados sobre o desempenho dos colaboradores e o impacto das atividades de treinamento, desenvolvimento e educação (TD&E). Isso pode ajudar a identificar padrões e tendências, bem como a avaliar a efetividade das atividades educacionais na organização. Desse modo, é possível personalizar a educação corporativa para atender às necessidades específicas de desenvolvimento de competências dos trabalhadores.

Nesse campo da ciência de dados educacionais surgem dois conceitos importantes: *learning analytics* e *academic analytics*. *Learning analytics* pode ser entendido como a prática de coletar, analisar e relatar dados sobre o desempenho dos alunos e o processo de aprendizagem. O objetivo é entender melhor como os alunos aprendem e identificar áreas em que os professores podem melhorar o ensino. Por sua vez, *academic analytics* é uma abordagem mais ampla, que envolve a análise de dados em toda a instituição de ensino. Isso inclui dados sobre o desempenho do discente, mas também dados sobre o corpo docente, o currículo, a infraestrutura e outras áreas. O foco é identificar padrões e tendências que possam ajudar a tomar decisões estratégicas em relação à gestão acadêmica e administrativa (FILATRO, 2021).

Neste artigo, discute-se a aplicação da analítica de dados na gestão da educação corporativa por meio de revisão sistemática da bibliografia no campo da educação superior. Na próxima seção, são apresentados os conceitos relevantes ao entendimento do tema. Em seguida, passa-se à apresentação da metodologia da pesquisa. Na sequência, os resultados da investigação são apresentados e discutidos à luz das questões metodológicas de pesquisa. Por fim, passa-se às considerações finais.

2. Educação corporativa

O termo educação corporativa, aqui empregado, tem origem nos trabalhos de Jeanne Meister (1999), que cunhou a expressão universidade corporativa para designar um sistema educacional que organiza as experiências de aprendizagem e desenvolvimento dos colaboradores, formando um todo coeso e determinado com vistas ao atingimento dos objetivos estratégicos da organização. De acordo com Gomes e Starec (2007, p. 15), “a universidade corporativa é um sistema de desenvolvimento de pessoas focado na gestão de pessoas por competências”. O fundamental do conceito é que existe um objetivo maior que integra todas as ações educacionais (REIS; SILVA; EBOLI, 2010).

A educação corporativa representa um importante “marco de passagem do tradicional centro de treinamento e desenvolvimento para uma preocupação mais ampla e abrangente com a educação de todos os colaboradores de uma empresa” (EBOLI, 2004, p. 30). O centro de treinamento e desenvolvimento tradicional é focado em dotar o trabalhador de habilidades técnicas (hard skills) imediatamente necessárias ao desempenho de atividades específicas, ao passo que a educação corporativa vai além, enxerga o indivíduo como um todo. Nesse contexto, a aprendizagem organizacional incorpora, de forma integrada, competências interpessoais (soft skills) para formar profissionais capazes de identificar problemas e tomar decisões em cenários desafiadores (SILVA; FREITAS; D’AMBROSIO, 2020).

O aprendizado organizacional ascende ao patamar estratégico na atual sociedade do conhecimento, caracterizada pelo acrônimo VUCA – Volatilidade (volatility), Incerteza

(uncertainty), Complexidade (complexity) e Ambiguidade (ambiguity). Assim, a avaliação de ativos intangíveis, tais como colaboradores motivados e qualificados, processos internos eficientes e inovadores e satisfação do público, torna-se particularmente útil. Os funcionários devem agregar valor pelo que sabem. Desse modo, investir e gerenciar o conhecimento da força de trabalho passou a ser fator crítico de sucesso nas organizações (RODRIGUES; SOUZA; MELLO, 2022).

Casaletti (2013) argumenta que os programas de educação corporativa devem ser desenhados a partir das competências essenciais da organização (PRAHALAD; HAMEL, 1990), com um alinhamento ao planejamento estratégico da instituição. Além disso, refere que os objetivos da formação devem estar conectados com os interesses e expectativas dos participantes, bem como que as pessoas devem ser estimuladas a responsabilizarem-se pelo seu autodesenvolvimento.

3. Gestão educacional orientada a dados

O conhecimento dos dados isolados é insuficiente, seja no âmbito educacional seja no âmbito organizacional. Conforme destaca Morin (2000, p. 36), “é preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido”. Portanto, um sistema de educação corporativa deve levar em consideração tais aspectos para que os resultados sejam evidenciados no desempenho da instituição.

Adotar ferramentas de business analytics para melhorar a gestão do setor de TD&E da empresa envolve coletar, organizar e analisar dados sobre o desempenho dos colaboradores e o impacto dos treinamentos e programas de desenvolvimento, e usar os resultados para tomar decisões informadas sobre como alocar recursos e melhorar a eficácia desses programas. Além disso, modelos matemáticos são construídos para comunicar insights a educadores, gestores, discentes e outras partes envolvidas no sistema educacional.

A ideia por trás do processamento de grandes massas de dados é, acima de tudo, obter insights para apoiar a tomada de decisões. Não basta capturar e armazenar os dados. O objetivo é identificar tendências, descobrir padrões ocultos e detectar anomalias para ter melhor compreensão do problema e tomar decisões mais informadas, com base em dados. (FILATRO, 2021, p. 5)

Filatro (2021) explica que, sob o guarda-chuva da ciência de dados educacionais, está a mineração de dados educacionais. Entendida como uma disciplina voltada ao desenvolvimento de métodos para explorar dados originados em ambientes educacionais e usar esses métodos para entender melhor os alunos e os ambientes em que eles aprendem. Nesse sentido, podem ser coletados dados sobre frequência, participação, desempenho no trabalho, produtividade, qualidade do trabalho e satisfação do cliente, bem como dados sobre o desenvolvimento pessoal do funcionário, como aumento de habilidades e conhecimentos.

Instituições de ensino coletam e analisam cada vez mais detalhes sobre as interações dos alunos nos ambientes online, por exemplo, fóruns de discussão, acessos a plataformas e conteúdos. Além disso, reúnem dados sobre inscrições, matrículas e avaliações. Desse modo, podem identificar alunos em risco de desligamento, avaliar o potencial de atraso no fluxo do curso, empregabilidade pós-curso e até mesmo orientar ações individualizadas para garantir a aprendizagem (ASIAH et al., 2019; CANTABELLA et al., 2019; GARCIA-PENALVO et al., 2018; VAN VUUREN, 2020; WONG; LI; CHOI, 2018).

A visualização dos dados por meio de painéis de business intelligence com interação dinâmica é umas das técnicas mais amplamente usadas para ajudar gestores, educadores, alunos e outras partes envolvidas a extrair sentido a partir dos dados coletados e, assim,

tomar decisões mais assertivas (FILATRO, 2021).

Um desafio que se impõe ao manipular os dados das pessoas diz respeito à privacidade e à proteção dessas informações (AMO et al., 2021). Em 2020 entrou em vigor a lei geral de proteção de dados no Brasil. Ela estabelece regras para a coleta, o armazenamento, o tratamento e o compartilhamento de dados pessoais no Brasil. Dessa forma, os sistemas analíticos não devem utilizar dados sensíveis individuais, mas sim anonimizar para análises globais. O uso ético dos dados é tema recorrente na área, como aponta García-Peñalvo (2021), que propõe um framework para lidar com a transformação digital na educação superior considerando os limites éticos na utilização dos dados educacionais.

Uma das principais aplicações da ciência de dados na educação é o desenvolvimento e a interpretação de indicadores que permitam aumentar a compreensão dos processos de aprendizagem com o objetivo de atuar ativamente no design de soluções educacionais mais adequadas. Daí advém a learning analytics, que enfatiza a análise das interações que os alunos fazem com os sistemas digitais, conferindo a educadores e educandos um papel mais ativo na trilha de aprendizagem (MANGAROSKA; GIANNAKOS, 2019).

O processo típico de learning analytics inicia-se com a coleta de dados, que se organiza em etapas de extração, transformação e carga dos dados. Na sequência, é realizada a mineração de dados com base em técnicas de machine learning. A terceira etapa envolve a apresentação dos resultados em forma de indicadores, gráficos e tabelas (dashboards). Com base nos dados apresentados, espera-se que professores, gestores e alunos sejam capazes de interpretar mais rapidamente as informações para atuar corretivamente sobre a proposta metodológica. Verifica-se, portanto, que a learning analytics orienta a ação humana em sistemas educacionais. Dessa maneira, learning analytics pode apoiar a tomada de decisões do ponto de vista da gestão ao identificar alunos em risco de desligamento, melhorar as taxas de retenção e conclusão de cursos, desenvolver políticas de recrutamento de alunos e determinar as necessidades de contratação de pessoal (FILATRO, 2021).

Caminhando para um uso mais gerencial da analítica de dados educacionais está a academic analytics (PAZ; CAZELLA, 2020). Assim como o termo consagrado no mundo dos negócios é business analytics, o paralelo no mundo da educação seria academic analytics. De acordo com Goldstein e Katz (2005), o termo se refere a como as instituições de ensino utilizam os dados coletados para gerenciar melhor o seu “negócio”. Nesse sentido, academic analytics pode ser definido como o “uso de macrodados originados de sistemas de informação das instituições de ensino ou dos departamentos de educação corporativa para a tomada de decisão administrativa ou gerencial” (FILATRO, 2021, p. 101).

As aplicações da analítica acadêmica estão relacionadas com gestão de recursos financeiros, conversão de interessados em alunos matriculados, logística de gerenciamento de salas de aulas físicas e virtuais, planejamento da atribuição de carga horária a professores, retenção de alunos por meio de medidas proativas, orientação de carreira e empregabilidade, dentre outras. Como pode se deduzir, a academic analytics tangencia a gestão do negócio educacional (WAHEED et al., 2018).

4. Metodologia

O método de revisão sistemática adotado neste artigo segue a abordagem baseada em evidências de Tranfield e colaboradores (2003), com vistas a garantir a reprodutibilidade na identificação de contribuições científicas relevantes na área de learning analytics e academic analytics para a gestão da educação corporativa nos últimos 5 anos. Para tanto, foram elencadas duas questões de pesquisa. Q1: “Quais as contribuições mais recentes da analítica de dados para a área de educação superior?” e Q2: “Como essas contribuições

podem ser empregadas para a gestão da educação corporativa?”.

Como primeiro critério de inclusão adotou-se que os artigos deveriam conter em qualquer campo temáticas relacionadas às palavras-chave “learning analytics” ou “academic analytics”. A busca avançada no portal de periódicos da Capes, com base de dados sugerida Scopus, devolveu 3.017 resultados. Como segundo critério de inclusão verificou-se a pertinência dos artigos com as palavras-chave “training and development”, “learning and development”, “workplace learning” ou “organizational learning”. A pesquisa retornou 43 artigos. A leitura dos abstracts desses artigos levou à exclusão de 18 artigos por não abordarem temáticas diretamente relacionadas à utilização de “learning analytics” e “academic analytics” em sistemas educacionais. Dessarte, foram considerados para a análise 25 artigos publicados nos últimos 5 anos.

Os artigos considerados para análise foram então classificados quantitativa e qualitativamente em conceituais e empíricos (aplicações). Os artigos empíricos foram aqueles com aplicações de learning analytics e de academic analytics, podendo ser em instituições de ensino ou sistemas de ensino em organizações. A análise envolveu ainda a extração dos objetivos e dos principais achados em cada bibliografia consultada.

5. Resultados e discussão

Na revisão sistemática da literatura, os artigos classificados como conceituais, 14 no total, foram aqueles que abordaram temáticas de learning e academic analytics sem envolver o desenvolvimento de ferramentas específicas para tal fim. O Quadro 1 traz o resumo das principais contribuições desses artigos.

Objeto	Resumo das principais contribuições apresentadas
Revisão de literatura	Estudo bibliométrico da produção acadêmica relativa à <i>learning analytics</i> no período de 2000 a 2017. Identifica os principais países, instituições e autores publicando na área. Destaque para Estados Unidos e Espanha na análise combinada de país e instituição (WAHEED et al., 2018).
Revisão de literatura	A pesquisa colacionou artigos publicados entre 2011 e 2016 com temática relacionadas à prática de <i>learning analytics</i> das bases Scopus e Google Scholar. Como resultado, os autores identificaram que as aplicações focaram principalmente em melhorar a efetividade do processo de aprendizagem, com consequentes melhorias nas taxas de retenção, interação e feedbacks mais significativos, além de benefícios financeiros e de suporte à decisão baseada em evidências (WONG; LI; CHOI, 2018).
Visualização de dados	Um questionário foi aplicado a cinco grupos de partes interessadas (examinadores externos, pesquisadores educacionais, empregadores, professores e estudantes) para analisar o valor de quatro visualizações de dados educacionais para a tomada de decisão. A conclusão foi no sentido de que as visualizações das avaliações estudantis contribuem para a <i>learning</i> e <i>academic analytics</i> , em resposta ao pedido de uma educação mais científica e baseada em evidências, ao fornecerem ferramentas para o uso de dados dessas avaliações de estudantes e de feedback deles (VALLE et al., 2018).
Revisão de literatura	Uma revisão das atividades de pesquisa atuais relacionadas à <i>academic analytics</i> com foco na previsão do desempenho acadêmico do aluno (ASIAH et al., 2019).
Revisão de literatura	O estudo explora as oportunidades e os desafios que a análise de dados oferece ao ensino superior. Por meio de revisão de literatura, os autores categorizaram os estudos dentro da amostra em empíricos, conceituais e artigos de revisão sistemática da literatura. Os resultados também mostram que 58% dos artigos são relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, 34% são relacionados à gestão, enquanto apenas 8% são relacionados à pesquisa (EL ALFY; MARX GÓMEZ; DANI, 2019).

Visualização de dados	A interpretação de dados a partir de <i>dashboards</i> é uma competência requerida para a analítica de dados educacionais. Os autores aplicam um teste validado para aferir o nível de letramento em visualização de dados dos participantes. O teste consiste em 2 perguntas relativas a utilidade percebida, 2 perguntas sobre habilidades percebidas e 24 itens cobrindo 6 visualizações de dados e 8 tarefas (DONOHOE; COSTELLO, 2020).
Desempenho acadêmico; Retenção; Engajamento	O artigo revisa o uso e o impacto da <i>learning analytics</i> na educação superior para aumento do desempenho acadêmico de estudantes universitários e atuação ativa de professores. Os autores identificam evidências na maioria dos 34 trabalhos revisados acerca da efetividade da analítica educacional na melhoria dos resultados dos discentes (FOSTER; FRANCIS, 2020).
Governança de dados	O artigo detalha como fortalecer a comunicação organizacional em letramento de dados (<i>data literacy</i>) para obter melhores resultados com <i>learning analytics</i> (HAWKINS; BAILEY, 2020).
Revisão de literatura	Atualização do levantamento feito pelos autores em 2013. Apresenta o estado da arte da ciência de dados educacionais. Os autores perceberam aumento exponencial nas publicações e do interesse na área. Notaram também mudanças relativas à nomenclatura usada na bibliografia. Anteriormente era usado o termo mineração de dados educacionais. Atualmente são adotados mais os termos <i>learning analytics</i> , <i>academic analytics</i> , <i>teaching analytics</i> , <i>data-driven education</i> , <i>big data in education e educational data science</i> . Duas tendências ainda permanecem como desafios: 1) popularizar o acesso às ferramentas de <i>learning analytics</i> ; 2) incutir a cultura orientada a dados nas organizações (ROMERO; VENTURA, 2020).
Avaliação profissional	Análise exploratória dos fatores relacionados às avaliações online (RateMyProfessor.com) da qualidade do ensino por parte dos alunos e sua relação com a produtividade da pesquisa do corpo docente. Os fatores mais associados às avaliações mais altas dos alunos foram a atratividade do professor e o interesse do aluno pela aula; os fatores mais associados a avaliações mais baixas dos alunos foram a dificuldade do curso. Não foi encontrada correlação dessas avaliações com a produtividade dos pesquisadores (MURRAY et al., 2020).
Padronização de nomenclatura	Proposta de padronização dos termos utilizados em ciência de dados educacionais, incluindo <i>learning analytics</i> , <i>academic analytics</i> e mineração de dados educacionais num framework compreensivo e integrado (NGUYEN; GARDNER; SHERIDAN, 2020).
Desempenho acadêmico; Retenção	Revisão de literatura mostrando as aplicações de <i>learning analytics</i> em três áreas principais: rendimento acadêmico, taxa de evasão e taxa de conclusão da graduação (BRAVO; MOLANO; LÓPEZ, 2021).
Progressão na carreira	A partir de dados do sistema de analítica acadêmica, as autoras identificam diferenças de gênero na promoção a professor associado no departamento de economia de universidades americanas. O mesmo não foi observado em outros departamentos, incluindo ciências biomédicas, física, ciências políticas, matemática e estatística (GINTHER; KAHN, 2021).
Avaliação profissional	O estudo examina se os pesquisadores que se candidatam para financiamento de programas interdisciplinares já são mais produtivos do que os demais membros do corpo docente. Os resultados indicaram que não há tal relação. Desse modo, os autores sugerem a revisão dos critérios de processos seletivos a financiamento de pesquisas em inovação para incluir mais do que o histórico dos candidatos (AHN et al., 2022).

Quadro 1 – Principais resultados nos artigos conceituais

Fonte: Os autores.

Os artigos empíricos discorreram sobre aplicações de *learning* e *academic analytics*, desenvolvendo um framework ou demonstrando a utilização de algoritmos e ferramentas já desenvolvidas em bases de dados do mundo real.

Hawkins e Bailey (2020, p. 92) destacam a necessidade de reforçar a comunicação na

organização para que a learning analytics funcione adequadamente. As principais recomendações dos autores para o letramento em dados envolvem: “individualização da analítica de dados de acordo com os papéis institucionais, comunicação frequente sobre o uso das ferramentas e interpretação dos dados, solicitando feedback, e trabalhar continuamente para conectar esforços individuais com objetivos e sistemas institucionais”.

Paz e Cazella (2020, p. 197) ressaltam a importância de monitorar a estratégia em instituições educacionais:

No mundo corporativo é comum a utilização de indicadores para a definição de metas individuais e coletivas e monitoramento da performance da organização e seus colaboradores. Já no ambiente acadêmico, a situação não é diferente. Definir e monitorar indicadores de desempenho é sinônimo de traçar os caminhos certos para que a organização cumpra com excelência sua missão.

Nesse sentido, os autores apresentam um protótipo de analítica acadêmica para apoio à gestão de instituições de ensino superior com foco na melhoria da tomada de decisões. Os requisitos do modelo foram: automatizar o processo de análise de dados; utilizar learning analytics para facilitar o acesso dos dados a não especialistas; otimizar a usabilidade do framework; montar painéis (dashboards) com os principais indicadores que auxiliem a gestão da instituição; criar um painel com informações acadêmicas e administrativas para os coordenadores de cursos e, por fim, incluir questões culturais e da sociedade brasileira, além de incluir indicadores que auxiliem nas avaliações do Ministério da Educação – MEC (PAZ; CAZELLA, 2020).

Noutro caso, pesquisadores desenvolveram um framework para identificar, extrair, processar e produzir dados enriquecidos semanticamente em formato compreensível por máquina a partir de diferentes fontes dos sistemas e arquivos da instituição de ensino. A partir daí, foi desenvolvida uma ontologia aplicada para encontrar e classificar o recurso certo para ministrar uma disciplina (ALREHAILI et al., 2021).

Del Castillo, Meyers e Chen (2020) desenvolveram uma metodologia para análise de redes de contratação de docentes, aplicando o método a um conjunto de pesquisadores em áreas específicas de indústria, sistemas e operações.

Estudo da Universidade de Valladolid, na Espanha, aplicou algoritmos de machine learning para classificar cursos e certificar competências de professores no Moodle da instituição. O sistema proposto atua em duas fases. Primeiro, o algoritmo de clusterização aprende a partir dos registros de atividades de alunos e docentes no Moodle e define as regras de classificação e a base de fatos. Por fim, o sistema infere as certificações dos professores para cada curso (REGUERAS; VERDU; DE CASTRO, 2022).

Os dados do Observatório de Empregabilidade e Emprego Universitário na Espanha foi a base para um modelo de machine learning para determinar os fatores mais relevantes que influenciam a empregabilidade de egressos de cursos superiores. Os autores utilizaram dados 134.129 estudantes que finalizaram sua graduação ou mestrado entre 2009 e 2010. O modelo, com precisão de 71%, identificou os fatores relevantes para a empregabilidade, sendo os mais relevantes aqueles relacionados com a universidade escolhida para cursar (GARCIA-PENALVO et al., 2018).

Encontrar os indicadores que sejam significativos para prever o desempenho acadêmico dos estudantes é um grande desafio de learning analytics. Nesse sentido, foi desenvolvido um modelo de clusterização para analisar a performance de estudantes a partir de variáveis relacionadas à interação do aluno com o ambiente virtual de aprendizagem e o envolvimento parental nas atividades educacionais. Esse modelo foi testado em uma base de dados da Universidade da Jordânia (BHARARA; SABITHA; BANSAL, 2018).

Outra aplicação é a proposta de modelo de algoritmo não-supervisionado de

clusterização para analisar o risco de atraso na conclusão de dois cursos de engenharia de uma universidade tradicional chilena. Foram coletados dados referentes a 7.941 registros de 204 alunos de engenharia civil em informática e 12.032 registros de 309 estudantes de engenharia civil de obras civis. Os autores relacionaram o atraso na realização de disciplinas do ciclo básico como fator significativo para o sucesso ou fracasso na graduação (BOEGEHOLZ; GUERRA; SCHEIHING, 2022).

Khan e colaboradores (2021) revisaram modelos preditivos, categorizando os atributos em dinâmicos (sobre os quais o estudante tem comando) e latentes (que o estudante carrega, mas não tem controle). Basicamente, a ideia dos autores foi desenvolver um framework que majorasse o peso dos atributos que os estudantes pudessem agir sobre eles para corrigir a rota ao longo da trajetória estudantil. Eles aplicaram um algoritmo de rede neural artificial a um conjunto de 151 estudantes de uma universidade de Omã.

Um grupo de pesquisadores da Universidade Católica de Murcia, na Espanha, desenvolveu um framework baseado em big data para analisar os dados de interação de estudantes universitários no ambiente virtual de aprendizagem. Foram considerados 41 cursos de graduação e 93 mestrados, nas modalidades presencial, a distância e híbrida, perfazendo um total de 76.268 alunos. O objetivo foi avaliar se o framework proposto auxiliava na identificação de tendências e anomalias no uso da plataforma (CANTABELLA et al., 2019).

Pelas aplicações de analítica de dados educacionais, percebe-se uma lacuna em relação à gestão organizacional, pois o foco principal está no processo de ensino e aprendizagem, deixando a parte administrativa e econômica em segundo plano (PAZ; CAZELLA, 2020).

Vuuren (2020) esclarece que o hiato entre learning e academic analytics somente pode ser pavimentado com o envolvimento do pessoal de apoio acadêmico. Com isso em mente, o autor desenvolveu um framework, que integra dados de sistemas de academic analytics e de learning analytics, com foco principal na usabilidade. Como resultado, professores têm aumentado o engajamento na utilização de dados para melhorar o processo de ensino e garantir aprendizagem efetiva.

A arquitetura de dados para fazer frente às necessidades técnicas da ciência de dados educacionais à luz dos limites éticos e legais de privacidade é uma nova fronteira que se impõe. Nesse sentido, Amo e colaboradores (2021) propuseram uma arquitetura denominada "Educational Warehouse", que incorpora as necessidades técnicas de modularização e escalabilidade, dentre outras, com aspectos legais e éticos.

6. Considerações finais

Dentre os 14 artigos conceituais, destacam-se as revisões de literatura. Essas pesquisas identificaram tendências e desafios na implementação de soluções de analítica de dados educacionais em instituições de educação superior, que tem sido onde mais se tem aplicado esses frameworks (ASIAH et al., 2019; EL ALFY; MARX GÓMEZ; DANI, 2019; ROMERO; VENTURA, 2020; WONG; LI; CHOI, 2018). Vale ressaltar a evolução da nomenclatura utilizada na bibliografia para caracterizar o tema, que começou com "educational data mining" e atualmente tem-se utilizado com mais frequência "learning analytics" e "academic analytics". Daí advém outros trabalhos no sentido de desenvolver um framework compatível com a padronização dos termos e a cultura na organização, sem descuidar da comunicação interna (NGUYEN; GARDNER; SHERIDAN, 2020).

Uma utilização recorrente da analítica de dados educacionais é o acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem, especialmente por meio de algoritmos de aprendizado de máquina para prever o desempenho acadêmico de estudantes (BRAVO; MOLANO; LÓPEZ, 2021; FOSTER; FRANCIS, 2020). Essa prática é particularmente relevante para sistemas de educação corporativa, visto que a pressão por resultados é

ainda mais forte no mercado de trabalho. Então, o investimento em educação no ambiente de trabalho deve estar conectado com a estratégia organizacional para produzir resultados positivos na instituição.

Outro ponto de relevo nesses estudos conceituais é o uso de dados para avaliação profissional. Os artigos apresentaram estudos de caso nos quais a *academic analytics* auxiliou na tomada de decisão referente à concessão de financiamentos para projetos progressão na carreira a partir da produtividade (AHN et al., 2022; MURRAY et al., 2020).

Nada disso vai funcionar se os dados não forem acessíveis e os sistemas não forem facilmente interpretáveis. Entendendo essa questão, pelo menos 3 trabalhos abordaram o tema da visualização e da governança dos dados nas instituições (DONOHOE; COSTELLO, 2020; HAWKINS; BAILEY, 2020; VALLE et al., 2018).

Dentre os artigos empíricos destaca-se a preocupação em desenvolver uma arquitetura de dados compatível com as necessidades das instituições de ensino (ALREHAILI et al., 2021; AMO et al., 2021; PAZ; CAZELLA, 2020). Novamente, há paralelo com a educação corporativa, visto que os sistemas de dados nas empresas estão voltados ao comercial. Além disso, a questão dos limites legais de privacidade das pessoas tem imposto novos desafios éticos na utilização correta dos dados nas organizações.

Outrossim, a identificação de variáveis relevantes para guiar a predição dos fenômenos escrutinados ganha importância (ALREHAILI et al., 2021; BOEGEHOLZ; GUERRA; SCHEIHING, 2022; KHAN et al., 2021; REGUERAS; VERDU; DE CASTRO, 2022). Afinal, a qualidade da previsão é tão boa quanto os dados disponíveis. Nesse sentido, têm sido utilizados algoritmos de clusterização e classificação para identificar os indicadores adequados para prever, por exemplo, rendimento acadêmico e empregabilidade (BHARARA; SABITHA; BANSAL, 2018; DEL CASTILLO; MEYERS; CHEN, 2020; GARCIA-PENALVO et al., 2018).

As aplicações de *machine learning* valem-se de dados educacionais normalmente registrados nos ambientes virtuais de aprendizagem, mas não só. Essa é uma característica relevante para os treinamentos e capacitações nas empresas, visto que os dados podem e devem ser integrados aos demais sistemas da organização para entregar melhores análises aos gestores (CANTABELLA et al., 2019; PAZ; CAZELLA, 2020; VAN VUUREN, 2020).

Referências

- AHN, S. et al. Encouraging Innovation: Should Internal Funding Programs Favor Faculty Who Are Already Productive?. **Journal of Research Administration**, v. 53, n. 1, p. 144–161, 2022.
- ALREHAILI, N. A. et al. Ontology-Based Smart System to Automate Higher Education Activities. **Complexity (New York, N.Y.)**, v. 2021, p. 1–20, 2021.
- AMO, D. et al. Educational Warehouse: Modular, Private and Secure Cloudable Architecture System for Educational Data Storage, Analysis and Access. **Applied Sciences** 2021, Vol. 11, Page 806, v. 11, n. 2, p. 806, 2021.
- ASIAH, M. et al. A Review on Predictive Modeling Technique for Student Academic Performance Monitoring. **MATEC Web of Conferences**, v. 255, p. 3004, 2019.
- BHARARA, S.; SABITHA, S.; BANSAL, A. Application of learning analytics using clustering data Mining for Students' disposition analysis. **Education and Information Technologies**, v. 23, n. 2, p. 957–984, 2018.
- BOEGEHOLZ, R.; GUERRA, J.; SCHEIHING, E. Explorando el riesgo de retraso en trayectorias académicas de dos programas de pregrado. **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 17, n. 3, p. 290–300, 2022.

- BRAVO, L. E. C.; MOLANO, J. I. R.; LÓPEZ, H. J. F. Analítica académica: nuevas herramientas aplicadas a la educación. **Revista Boletín Redipe**, v. 10, n. 3, p. 137–158, 2021.
- CANTABELLA, M. et al. Analysis of student behavior in learning management systems through a Big Data framework. **Future generation computer systems**, v. 90, p. 262–272, 2019.
- CASALETTI, B. B. Educação corporativa: Um tema da contemporaneidade. **Revista do Mestrado Profissional Gestão em Organizações Aprendentes**, v. 2, n. 1, p. 3–16, 2013.
- DEL CASTILLO, E.; MEYERS, A.; CHEN, P. Exponential random graph modeling of a faculty hiring network: The IEOR case. **IIE Transactions**, v. 52, n. 1, p. 43–60, 2020.
- DONOHUE, D.; COSTELLO, E. Data Visualisation Literacy in Higher Education: An Exploratory Study of Understanding of a Learning Dashboard Tool. **International journal of emerging technologies in learning**, v. 15, n. 17, p. 115–126, 2020.
- EBOLI, M. **Educação corporativa no Brasil: Mitos e verdades**. São Paulo: Editora Gente, 2004.
- EL ALFY, S.; MARX GÓMEZ, J.; DANI, A. Exploring the benefits and challenges of learning analytics in higher education institutions: a systematic literature review. **Information Discovery and Delivery**, v. 47, n. 1, p. 25–34, 2019.
- FILATRO, A. **Data science na educação: presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2021.
- FOSTER, C.; FRANCIS, P. A systematic review on the deployment and effectiveness of data analytics in higher education to improve student outcomes. **Assessment and Evaluation in Higher Education**, v. 45, n. 6, p. 822–841, 2020.
- GARCIA-PENALVO, F. J. et al. Proposing a Machine Learning Approach to Analyze and Predict Employment and its Factors. **International journal of interactive multimedia and artificial intelligence**, v. 5, n. 2, p. 39–45, 2018.
- GARCÍA-PEÑALVO, F. J. Avoiding the Dark Side of Digital Transformation in Teaching. An Institutional Reference Framework for eLearning in Higher Education. **Sustainability 2021, Vol. 13, Page 2023**, v. 13, n. 4, p. 2023, 2021.
- GINTHER, D. K.; KAHN, S. Women in Academic Economics: Have We Made Progress? **NBER Working Paper Series**, 2021.
- GOLDSTEIN, P.; KATZ, R. **Academic Analytics: The Uses of Management Information and Technology in Higher Education | EDUCAUSE**. Colorado: ECAR - Educause Center for Analysis and Research, 2005. v. 8
- GOMES, E.; STAREC, C. Conhecimento tem prazo de validade? Em: RICARDO, E. J. (Ed.). **Gestão da educação corporativa**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- HAWKINS, C.; BAILEY, L. E. A New Data Landscape: IR's Role in Academic Analytics. **New directions for institutional research**, v. 2020, n. 185–186, p. 87–103, 2020.
- KHAN, I. M. et al. A Conceptual Framework to Aid Attribute Selection in Machine Learning Student Performance Prediction Models. **International journal of interactive mobile technologies**, v. 15, n. 15, p. 4–19, 2021.
- MANGAROSKA, K.; GIANNAKOS, M. Learning Analytics for Learning Design: A Systematic Literature Review of Analytics-Driven Design to Enhance Learning. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 12, n. 4, p. 516–534, 2019.
- MEISTER, J. C. **Educação corporativa: A gestão do capital intelectual através das universidades corporativas**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1999.

- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. Brasília: UNESCO, 2000.
- MURRAY, D. et al. Exploring the personal and professional factors associated with student evaluations of tenure-track faculty. **PLOS ONE**, v. 15, n. 6, p. e0233515, 2020.
- NGUYEN, A.; GARDNER, L.; SHERIDAN, D. Data Analytics in Higher Education: An Integrated View. **Journal of Information Systems Education**, v. 31, n. 1, p. 61–71, 2020.
- PAZ, F. J.; CAZELLA, S. C. Solução de Academic Analytics focado em Instituições Comunitárias de Ensino Superior. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 23, n. 2, 2020.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The Core Competence of the Corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 79–91, 1990.
- REGUERAS, L. M.; VERDU, M. J.; DE CASTRO, J.-P. A Rule-Based Expert System for Teachers' Certification in the Use of Learning Management Systems. **International journal of interactive multimedia and artificial intelligence**, v. 7, n. 7, p. 75, 2022.
- REIS, G. G.; SILVA, L. M. T. DA; EBOLI, M. P. A prática reflexiva e suas contribuições para a educação corporativa. n. 4, p. 403–419, 2010.
- RODRIGUES, D. R.; SOUZA, A. C. M. DE; MELLO, J. A. V. B. Assimetrias sociais, habitats de aprendizagem e capacitação para o Mundo VUCA: Estudo de caso sobre a “Casa da Inovação”. **CIDADES, Comunidades e Territórios**, n. 44, 2022.
- ROMERO, C.; VENTURA, S. Educational data mining and learning analytics: An updated survey. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 10, n. 3, p. e1355, 2020.
- SILVA, A. P.; FREITAS, F. C. H. P.; D'AMBROSIO, I. S. S. Do treinamento e desenvolvimento para a educação corporativa: transições paradigmáticas na construção do saber nos espaços organizacionais. **Revista Brasileira de Estudos Organizacionais**, v. 7, n. 2, p. 425–460, 2020.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.
- VALLE, L. D. et al. Stakeholder perspectives on graphical tools for visualising student assessment and feedback data. **Research in Learning Technology**, v. 26, 30 jul. 2018.
- VAN VUUREN, E. C. Development of a contextualised data analytics framework in South African higher education: evolvment of teacher (teaching) analytics as an indispensable component. **South African journal of higher education**, v. 34, n. 1, p. 137–157, 2020.
- WAHEED, H. et al. A bibliometric perspective of learning analytics research landscape. **Behaviour and Information Technology**, v. 37, n. 10–11, p. 941–957, 2018.
- WONG, B. T.-M.; LI, K. C.; CHOI, S. P.-M. Trends in learning analytics practices: a review of higher education institutions. **Interactive technology and smart education**, v. 15, n. 2, p. 132–154, 2018.