

Mapeamento do Uso de Analítica da Aprendizagem como Suporte à Avaliação Formativa

José Pedro Schardosim Simão¹

Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Tubarão¹

e-mail: josepedrosimao@gmail.com

Resumo. A analítica da aprendizagem compreende a medição, coleta, análise e relato de dados sobre os alunos e seus contextos, com o objetivo de compreender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que ele ocorre. Seu uso permite a professores, alunos, gestores e pesquisadores compreenderem melhor o perfil dos estudantes, como se dá o processo de aprendizagem e seus resultados. A avaliação é um dos instrumentos utilizados neste contexto, e tem como funções centrais diagnosticar, controlar e classificar. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar os cenários de aplicação de técnicas de analítica da aprendizagem como insumo para avaliação formativa dos processos de ensino e aprendizagem. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura que levantou diferentes técnicas de analítica da aprendizagem e mineração de dados educacionais e técnicas e métricas utilizadas para auxiliar a avaliação formativa, além de cenários onde estas técnicas podem ser aplicadas. A partir do estudo realizado, foi possível constatar que por mais que hajam técnicas avançadas para analítica sendo aplicadas no contexto educacional, a área carece de pesquisas com foco em avaliação formativa.

Palavras Chave: Learning Analytics, Avaliação Formativa, Revisão Sistemática da Literatura.

Introdução

Ao passo que instituições de ensino encontram na Internet um meio facilitador para o armazenamento e compartilhamento de conteúdo entre docentes, discentes e unidades administrativas, cresce exponencialmente o volume de dados eletrônicos disponíveis sobre os processos de ensino e aprendizagem. O aumento do poder computacional e a abundância de dados digitais resultaram em um interesse crescente no aprendizado de análise de "big data" entre educadores, administradores e órgãos governamentais (DAWSON et al., 2014). Conforme Oguntimilehin e Ademola (2014), o termo é aplicado a "conjuntos de dados cujo tamanho está além da capacidade de ferramentas de software comumente usadas para capturar, gerenciar e processar".

O tamanho dos dados, combinado com a complexidade da análise e o imperativo comercial para criar valor a partir dele, levou a uma nova classe de tecnologias e ferramentas para lidar com este problema. As ferramentas de analítica (do inglês *analytics*) permitem a tomada de decisões a partir de conjuntos de dados. De acordo com Cooper (2012), este processo se dá "por meio da definição de problemas e da aplicação de modelos estatísticos e análise de dados existentes e/ou simulações de dados futuros". As empresas e governos também estão utilizando de análise de dados e tendências, na forma de business intelligence (LONG; SIEMENS, 2011).

Em ambientes educacionais, de acordo com Dawson et al. (2014), esse interesse deriva do potencial da análise para melhorar a compreensão sobre como os alunos aprendem e como os educadores e instituições podem apoiar melhor esse processo. O uso das tecnologias de analítica é indicado como tendência para o ensino superior, com adoção em um ano ou menos, no relatório NMC Horizon Report (BECKER et al., 2018).

Este trabalho apresenta um recorte dos resultados da pesquisa conduzida em 2018 e apresentada como trabalho de conclusão do curso de Especialização em Tecnologias para Educação Profissional do Instituto X.

Analítica da Aprendizagem

O termo “analítica da aprendizagem”, tradução do inglês *Learning Analytics*, trata, de acordo com Dawson et al. (2014, p. 231), da “medição, coleta, análise e relato de dados sobre os alunos e seus contextos, com o objetivo de compreender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que ele ocorre”. Além de servir às instituições de ensino, as aplicações de analítica da aprendizagem podem ser orientadas a diferentes atores do processo, incluindo alunos e professores, e tem sido cada vez mais utilizadas para atingir objetivos mais alinhados com o processo de aprendizagem, como reflexão, adaptação, personalização e recomendação (CHATTI et al., 2012)

O processo geral de LA é frequentemente um ciclo iterativo e geralmente realizado em três etapas principais: (1) coleta de dados e pré-processamento, (2) análise e ação e (3) pós-processamento, e se dá a partir de um conjunto de dados provenientes de ambientes e sistemas educacionais, sendo a etapa de coleta de dados essencial para o sucesso na descoberta de padrões úteis (CHATTI et al., 2012).

Na coleta de dados, é importante primeiro saber quais dados são úteis para acompanhar, o que depende dos objetivos da análise. Mesmo as atividades mais triviais, como autenticação e tempo de sessão, pois todas elas podem ter alguma utilidade do ponto de vista analítico

O conjunto de dados pode ser muito grande ou envolver muitos atributos irrelevantes, o que torna necessário o pré-processamento, processo que transforma os dados em um formato adequado que pode ser usado como entrada para um determinado método ou técnica de mineração. Com base nos dados pré-processados e no objetivo do exercício de análise, diferentes técnicas de analítica da aprendizagem podem ser empregadas para explorar-los, a fim de descobrir padrões que possam ajudar a proporcionar uma experiência de aprendizado mais eficaz (CHATTI et al., 2012).

Esta etapa não inclui apenas a análise e visualização de informações, mas também ações sobre essas informações. A tomada de decisões é o objetivo principal de todo o processo analítico, e essas ações incluem monitoramento, análise, previsão, intervenção, avaliação, adaptação, personalização, recomendação e reflexão (CHATTI et al., 2012).

A análise é normalmente realizada por um processador de analítica de aprendizagem, que executa três fases: entrada, análise e saída, descritas por Fernández (2015), a saber:

- 1.1. Entrada:** os dados são extraídos de fontes como LRSs, AVAs ou outros sistemas gerenciadores de aprendizagem, e são reunidos, transformados e carregados no processador nos formatos apropriados.
- 1.2. Análise:** o modelo analítico é executado nos dados armazenados e utilizando análise acadêmica ou análise preditiva.
- 1.3. Saída:** pode incluir, entre outros, agregar os resultados da execução ou realizar algum outro cálculo com eles. Inclui geralmente a persistência e exportação dos resultados.

Para a melhoria contínua do exercício de análise, o pós-processamento é fundamental, e pode envolver a compilação de novos dados a partir de fontes adicionais, o refinamento do conjunto de dados, a definição de novos atributos necessários, a identificação de novos indicadores/métricas, modificação das variáveis de análise ou escolha de um novo método de análise (CHATTI et al., 2012).

Avaliação Mediada por Tecnologia

De acordo com Haydt (2008), a avaliação apresenta três funções gerais: diagnosticar, controlar e classificar. Relacionadas a essas três funções, existem três modalidades de avaliação: diagnóstica, formativa e somativa.

Sobre a Avaliação Diagnóstica, Sanmartí (2009, p. 31) afirma que esta “tem como objetivo fundamental analisar a situação de cada aluno antes de iniciar um determinado processo de ensino-aprendizagem, para tomar consciência (professores e alunos) dos pontos de partida, e assim poder adaptar

tal processo às necessidades detectadas”. Já em relação à Avaliação Somativa, Taras (2005) considera que esta modalidade considera todas as evidências de aprendizagem até um determinado ponto, normalmente o final de um conteúdo ou unidade curricular. Ela se apoia em uma lógica ou em uma concepção classificatória para verificar se houve aquisição de conhecimento (CHUEIRI, 2008).

Perrenoud (1999 apud OTSUKA; ROCHA, 2002, p. 146) define Avaliação Formativa como “toda prática de avaliação contínua que pretenda melhorar as aprendizagens em curso, contribuindo para o acompanhamento e orientação dos alunos durante todo o seu processo de formação”. De acordo com Cortesão (2002), a avaliação formativa se preocupa em coletar dados para reorientação do processo de ensino e aprendizagem, apontando suas fragilidades, permitindo alterações necessárias durante o curso do período letivo. Perrenoud (1999 apud OTSUKA; ROCHA, 2002, p. 146) afirma que este tipo de avaliação “ajuda o aluno a aprender e a se desenvolver, que participa da regulação das aprendizagens e do desenvolvimento no sentido de um projeto educativo”. Hoffmann (1993) entende avaliação como uma ação provocativa do professor, que deve gerar a reflexão do aluno, possibilitando a formulação e/ou reformulação de hipóteses, que proporcionem o desenvolvimento da aprendizagem.

Ao descrever a avaliação na educação básica, a Lei de Diretrizes e Bases de Educação (Lei nº 9394/1994) diz que o rendimento escolar se utilizará de “avaliação contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais” (BRASIL, 1996).

Rodrigues (2015) afirma que a avaliação pode ser imensamente diversificada com o uso de tecnologia. Segundo o autor, a tecnologia pode ser vertical no processo de avaliação, sendo utilizada desde o planejamento, até a forma com que os dados são obtidos, compilados e analisados. Neste sentido, de acordo com Oliver e Herrington (2003), a avaliação é um ponto central do projeto de ambientes de aprendizagem mediados por tecnologia. A tarefa compreende um processo de três etapas, que envolvem o projeto e a especificação de:

- 1.4. tarefas para engajar e direcionar o aprendiz no processo de aquisição de conhecimento e desenvolvimento do entendimento;
- 1.5. materiais de suporte para o aprendizado e formas significativas de feedback;
- 1.6. recursos de aprendizagem necessários ao aluno para completar com sucesso as tarefas definidas e facilitar o andaime e a orientação.

Para Gomes (2009), algumas das questões mais importantes quando tratamos de avaliação em ambientes online são como verificar a identidade do estudante, como avaliar os processos de aprendizagem e não apenas os produtos, como “conhecer” os estudantes, as suas motivações, interesses, dificuldades, quando não há contato direto, e como associar à avaliação um componente de feedback relevante e temporalmente oportuno.

Nos cursos à distância ou em modalidades híbridas também há a busca por métodos de avaliação que permitam a avaliação formativa do aluno, baseada no acompanhamento e orientação da participação destes no desenvolvimento de tarefas individuais ou em grupo. No contexto da Educação à Distância (EaD), mais especificamente, com Otsuka e Rocha (2002) afirmam que este paradigma de avaliação tem relevância ainda maior por possibilitar a percepção do comportamento do aluno e favorecer a identificação de problemas. Por ser contínua, esta forma de avaliação permite também alguma forma de autenticação da identidade do aluno, pela familiarização com o estilo e habilidades do mesmo.

Nestes cenários, o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) desempenha um papel-chave. Estes ambientes, segundo McKimm, Jollie e Cantillon (2003), consistem em um conjunto de ferramentas eletrônicas voltadas ao processo ensino-aprendizagem. Os principais componentes incluem sistemas que podem organizar conteúdos, acompanhar as atividades e, fornecer ao estudante suporte online e comunicação eletrônica.

Para Oliveira (2015), fica evidente que a avaliação formativa nestes ambientes deve ser bem planejada e mediada pelo professor, possibilitando o registro constante das interações e construções dos alunos, subsidiando uma avaliação formativa que possibilita a regulação da aprendizagem. Para tanto, tecnologias como o fórum, e-mail, wikis e chats são os mais explorados, por permitirem uma comunicação síncrona e assíncrona entre os sujeitos envolvidos no processo educativo.

Metodologia

Este trabalho tem por objetivo analisar os cenários de aplicação de técnicas de analítica da aprendizagem como insumo para avaliação formativa dos processos de ensino e aprendizagem. Para tanto, foi empregada a técnica de revisão sistemática da literatura, que acordo com Higgins e Green (2011, n.p.) “tenta agrupar todas as evidências empíricas que se encaixam nos critérios de elegibilidade pré-definidos, a fim de responder a uma questão de pesquisa específica”, e “utiliza métodos explícitos e sistemáticos que são selecionados com o objetivo de minimizar o viés, fornecendo assim resultados mais confiáveis”.

Para execução da pesquisa, foi adotado o método SSF (*SystematicSearchFlow*) desenvolvido por Ferenhof e Fernandes (2016), que divide os estudos de revisão sistemática em 4 fases: definição do protocolo de pesquisa, análise, síntese e escrita. As duas primeiras são descritas abaixo, e o resultado das duas últimas é exposto nas seções 5 e 6.

Definição do Protocolo de Pesquisa

Em consonância com o objeto estabelecido neste trabalho e para orientar a análise de estudos anteriores, foram definidas duas (2) questões de pesquisa específicas, listadas abaixo:

Q1: Quais cenários de aplicação de analítica da aprendizagem que promovem a avaliação formativa?

Q2: Quais as técnicas de analítica da aprendizagem e mineração de dados educacionais são utilizadas para promover a avaliação formativa?

A consulta foi realizada na base Scopus utilizando os termos "*learning analytics*" e "*formative assessment*", ligados por um operador lógico AND. A escolha dos termos foi baseada no mapeamento semântico da área realizado por Waheed et al. (2018). O Quadro 1 apresenta os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) considerados:

Critério		Descrição
Inclusão	CI1	Trabalho revisado pelos pares
	CI2	Documento publicado em revista ou conferência
	CI3	Documento escrito em português, inglês ou espanhol
	CI4	Trabalho tendo como tema principal analítica da aprendizagem e avaliação formativa
Exclusão	CE1	Documentos duplicados
	CE2	Documentos publicados antes de 2008

Quadro 1 – Critérios de Inclusão e Exclusão Fonte: Elaborado pelo autor

A consulta foi realizada em 20 de dezembro de 2018, e resultou em um total de 68 documentos. Foram aplicados os critérios de exclusão, e após a leitura do título, palavras-chave e resumo, um conjunto de 66 trabalhos compuseram a análise bibliométrica, primeira fase da etapa de análise. Os documentos foram então ordenados pelo número de citações para leitura completa, sendo os 10 mais citados utilizados para análise qualitativa. Para esta segunda etapa, o critério CI4 foi reforçado, sendo descartados 2 trabalhos dos mais citados.

Critérios de Análise

Inicialmente foi efetuada análise bibliométrica dos documentos, que conforme Soares et al. (2016, p. 177) pode auxiliar na identificação de tendências de crescimento do conhecimento em determinada disciplina, dispersão e obsolescências de campos científicos, autores e instituições mais produtivos, e periódicos mais utilizados na divulgação de pesquisas em determinada área do conhecimento.

Para tanto, a análise dos documentos levou em consideração o número de documentos e citações ao longo dos anos, além dos autores, instituições e países que mais publicaram e foram citados. Foi considerada ainda a classificação Qualis, conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual a partir da análise da qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, periódicos científicos e anais de eventos. Para os artigos, foi considerado o maior Qualis entre as áreas Ciência da Computação, Educação e Interdisciplinar, que abrangem este trabalho. Os anais de eventos também são estratificados na área Ciência da Computação e tem Qualis atribuído, o que também foi considerado na análise.

Posteriormente, foi realizada uma análise qualitativa dos trabalhos que compõe o portfólio, relacionando seus métodos e resultados às variáveis (objetivo, técnica empregada e, cenário de uso) e perspectivas (do professor, do aluno e da instituição de ensino). A amostra selecionada para a análise foi composta pelos 10 trabalhos mais citados.

Resultados

Análise Bibliométrica

Pode-se perceber, conforme apresentado no Gráfico 1, que a data da publicação do primeiro documento coincide com a realização da primeira conferência na área, a International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK). Desde então a produção na área tem oscilado, com quedas em 2014 e 2018 de documentos publicados em anais de eventos, e em 2016 de artigos publicados em periódicos.

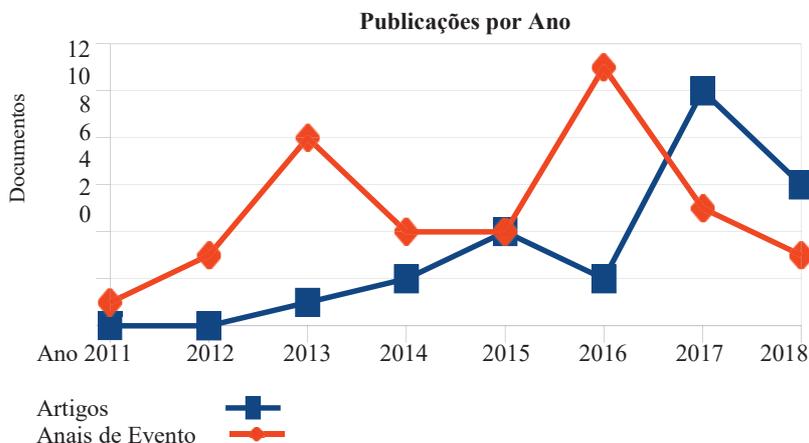


Gráfico 1 – Número de Publicações por Ano Fonte: Elaborado pelo autor

Dos 66 documentos que compõe o portfólio analisado neste estudo, 39 trabalhos foram publicados em conferências, enquanto 25 foram publicados em periódicos. Destes, considerando a classificação Qualis CAPES, 52% (13 documentos) foram publicados em periódicos considerados de excelência (extratos A1, A2 e B1). O Quadro 2 apresenta a classificação dos periódicos que tem Qualis nas áreas deste trabalho.

Periódico	Documentos	Qualis	Total
Computers and Education	1	A1	7
Computers in Human Behavior	3		
Frontiers in Psychology	1		
International Journal of Engineering Education	2		
International Journal of Game-Based Learning	1	A2	1
Educational Technology and Society	3	B1	5
Journal of Universal Computer Science	1		
Medical Teacher	1		
Advanced Science Letters	1	B2	2
The Clinical Teacher	1		
Turkish Online Journal of Educational Technology	1	B3	1

Quadro 2 – Classificação dos periódicos Fonte: Elaborado pelo autor

Já entre os trabalhos publicados em anais de eventos, 16 documentos (40%) foram publicados em eventos classificados pelo Qualis. Destes, 14 dos periódicos são consideradas de excelência, recebendo Qualis A1, A2 e B1. A primeira conferência da área, LAK, aparece como a de maior classificação, sendo a única no extrato A1, além de ter publicado o maior número de documentos do portfólio, 9 documentos. O Quadro 3 apresenta a classificação dos eventos e respectiva classificação.

Conferência		Documentos	Qualis CC	Total
LAK	International Conference on Learning Analytics and Knowledge	9	A1	9
ItiCSE	International Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education	1	A2	1
ICALT	IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies	2	B1	7
CISIS	International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems	1		
FIE	Frontiers in Education Conference	1		
CSEDU	International Conference on Computer Supported Education	2		
INCoS	International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems	1		
ICCE	International Conference on Computers in Education	1	B2	1

Quadro 3 – Classificação dos trabalhos publicados em anais de eventos Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os autores dos documentos que compõe o portfólio, destacam-se Rienties e Tempelaar que foram autores de 6 trabalhos e Giesbers, autor de 5 trabalhos, conforme mostra o Gráfico 2, que mostra os autores com o maior número de documentos.

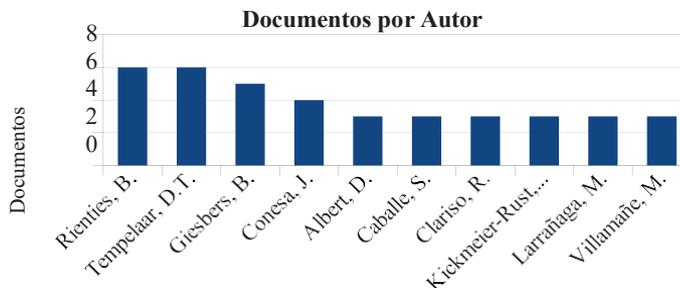


Gráfico 2 – Número de Documentos por Autor. Fonte: Elaborado pelo autor

A partir do quantitativo de citações, foram selecionados os 10 documentos mais citados para leitura do documento completo, e análise qualitativa das variáveis de pesquisa. Os documentos selecionados estão listados no Quadro 4.

Análise Qualitativa

Cenários de Aplicação

Tempelaar, Rienties e Giesbers (2015) aplicam a análise de aprendizagem disposicional, uma infraestrutura que combina dados sobre o modo como cada aluno aprende com dados extraídos de avaliações formativas assistidas por computador e LMSs. O estudo foi conduzido com 922 estudantes de um curso de estatística na modalidade híbrida, considerando estilos de aprendizagem, motivação e envolvimento, e emoções como variáveis disposicionais, além dos dados do LMS, de exercícios nas plataformas MyMathLab e MyStatLab e de dados sobre a performance individual. Com esses dados, os autores criaram modelos com alto poder de predição, e que poderiam auxiliar na avaliação ao longo do desenvolvimento do curso.

Documento	Título	Citações
(TEMPELAAR, Dirk T.; RIENTIES; GIESBERS, 2015)	In search for the most informative data for feedback generation: Learning analytics in a data-rich context	9 4
(VATRAPU et al., 2011)	Towards visual analytics for teachers" dynamic diagnostic pedagogical decision-making	4 2
(TEMPELAAR, D T et al., 2013)	Formative assessment and learning analytics	2 7
(TIMMERS; WALRAVEN; VELDKAMP, 2015)	The effect of regulation feedback in a computer-based formative assessment on information problem solving	1 7
(GOVINDARAJAN et al., 2013)	Continuous clustering in big data learning analytics	1 5
(ALJOHANI; DAVIS, 2013)	Learning analytics and formative assessment to provide immediate detailed feedback using a student-centered mobile dashboard	1 4
(AVRAMIDES et al., 2015)	A method for teacher inquiry in cross-curricular projects: Lessons from a case study	1 1
(GOGGINS et al., 2015)	Learning analytics at "small" scale: Exploring a complexity-grounded model for assessment automation	1 0
(WILLIAMS, 2014)	Squaring the circle: A new alternative to alternative-assessment	9
(SAQR; FORS; TEDRE, 2017)	How learning analytics can early predict under-achieving students in a blended medical education course	9

Quadro 4 – Classificação dos trabalhos publicados em anais de eventos Fonte: Elaborado pelo autor

Anteriormente, os autores haviam aplicado analítica da aprendizagem em um cenário semelhante para analisar o impacto da aprendizagem com foco em testes no desempenho acadêmico, obtendo resultados semelhantes. (TEMPELAAR et al., 2013)

Já Goggins et al. (2015) analisa pequenos conjuntos de dados, em um contexto definido como aprendizagem em pequenos grupos, utilizando algoritmos de classificação e criando uma dashboard para visualização. Os esforços descritos no trabalho resultam em redução da dimensionalidade dos dados (muitos fatores afetando a aprendizagem e o desempenho do grupo que podem diminuir drasticamente o desempenho estatístico e de aprendizagem de máquina), além de contextualizá-los para fácil interpretação pelos professores.

Finalmente, Saqr, Fors e Tedre (2017) analisaram os dados da atividade online dos alunos em uma disciplina de Medicina para identificar marcadores quantitativos que se correlacionam com o desempenho dos alunos e podem ser usados como sinais de alerta para futuras reprovações ou desistências. O trabalho apresenta modelos de predição utilizando regressão, que demonstram que um número significativo de estudantes de risco pode ser identificado precocemente, podendo ser realizadas intervenções em fatores modificáveis, como engajamento.

Técnicas Aplicadas

Já Vatrappu et al. (2011) focam na utilização de técnicas e ferramentas visuais de analítica da aprendizagem para dar suporte à tomada de decisões do docente em sala, em tempo real. Os autores chamam essa abordagem de “Analítica de Ensino”, e para tanto propõe o Modelo Triádico de Analítica de Ensino, um modelo teórico generalista baseado na técnica de programação em pares do modelo de processo ágil Extreme Programming (XP). No modelo descrito no trabalho, os autores propõem que o docente colabore com um especialista em análise visual e um pesquisador que domine a metodologia adotada (Design-Based Research) para efetuar a análise durante o processo de aprendizagem.

Timmers, Walraven e Veldakamp (2015) estudaram o efeito do feedback no comportamento do aluno enquanto busca, seleciona e usa informações para resolver um problema sobre seu desempenho. Para tanto, fora utilizado o instrumento Digital Information Skills Measurement (DIM), que inclui tarefas que exigem que os alunos pesquisem na Internet informações relevantes, gerando feedback a cada tarefa – uma nota dada por um especialista e uma autoavaliação. Além disso, o sistema rastreou o número de buscas e o número de sites consultados por aluno para completar duas tarefas analisadas. Os resultados mostraram um aumento no número de buscas após os estudantes receberem o feedback.

Govidarajan et al. (2013) apresenta uma solução para educational big data analytics a partir da mineração dados contínuos por meio de um algoritmo de clusterização não supervisionada baseada em otimização por enxame de partículas (PSO). Para avaliar o desempenho do algoritmo, os autores executaram uma simulação consistindo de grupos entre 100 e 500 estudantes resolvendo 60 problemas em 30 horas. Neste cenário, a solução proposta teve melhor performance que K-Means, um dos algoritmos mais utilizados para clusterização (BRADLEY; FAYYAD, 1998).

Aljohani e Davis (2013) estudam o feedback imediato em analítica visual por meio de uma dashboard para dispositivos móveis que retornava aos estudantes resultados de seu desempenho em avaliações formativas. Os autores chegaram à conclusão de que a avaliação formativa ajuda os alunos a avaliar o entendimento inicial, enquanto as técnicas de analítica da aprendizagem fornecem aos alunos um feedback que aumenta a conscientização sobre o seu desempenho.

Modelos Teóricos

O trabalho de Avramides et al. (2015) trata do desenvolvimento de um modelo para desenvolvimento de avaliação formativa com TIC, com foco na coleta de dados para uso em LA. O modelo TISL (Teacher Inquiry into Student Learning, ou em português “Inquérito do Professor sobre a Aprendizagem do Aluno)

foi aplicado em um projeto com 57 professores das áreas STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e apresentou o Google Forms como uma ferramenta para avaliação formativa, e introduziu formas de coletar, tratar e analisar esses dados.

Já Williams (2014) introduz modelos conceituais de avaliação para explorar como a dependência tradicional de números e notas pode ser substituída por novas formas de criação de perfil e envolvimento intensivo de provas, o que o autor trata como avaliação alternativa.

No modelo criado pelo autor a escala vertical evidencia granularidade: a extensão e o detalhamento da amostragem de evidências para avaliação, de granulação grossa e centrada no desempenho a granulação fina e centrada na atividade. Na escala horizontal está a afinidade ao perfil: a adequação dos dados gerados no processo de aprendizagem e avaliação para representação no registro de conquista de um aluno.

Considerações Finais

Este trabalho teve por objetivo analisar os cenários de aplicação de técnicas de analítica da aprendizagem como insumo para avaliação formativa dos processos de ensino e aprendizagem.

A partir da análise bibliométrica foi possível perceber que, apesar de o tema não ser novo, o número de publicações da área de analítica da aprendizagem tratando especificamente de avaliação formativa não tem sido extremamente expressiva nos últimos anos, e está concentrada nos eventos da área. Ainda assim, os documentos foram publicados em periódicos e conferências de excelência.

Já dentre os trabalhos mais citados, a análise qualitativa demonstrou uma diversidade de técnicas aplicadas que contribuem para, além da avaliação formativa, fomentar o uso de LA em sala de aula e preparar os docentes e suas avaliações para possibilitar a extração de conhecimento. Análises preditivas foram mais frequentemente empregadas, com foco na predição de resultados e detecção de alunos em risco, e em sua maioria em cursos híbridos.

Com base no estudo realizado, foi possível constatar que por mais que hajam técnicas avançadas para analítica sendo aplicadas no contexto educacional, a área carece de pesquisas com foco em avaliação formativa, envolvendo o processo de criação de avaliações otimizadas para LA, sua aplicação e benefícios a curto, médio e longo prazo.

Referências

ALJOHANI, N. R.; DAVIS, H. C. Learning analytics and formative assessment to provide immediate detailed feedback using a student-centered mobile dashboard. 2013, [S.l.: s.n.], 2013. p. 262–267.

AVRAMIDES, K. et al. A method for teacher inquiry in cross-curricular projects: Lessons from a case study. **British Journal of Educational Technology**, v. 46, n. 2, p. 249–264, 2015.

BECKER, S. A. et al. **NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition**. Louisville: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://library.educause.edu/~media/files/library/2018/8/2018horizonreport.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1994. Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm>. Acesso em: 13 dez. 2018.

CHATTI, M. A. et al. A reference model for learning analytics. **International Journal of Technology Enhanced Learning**, v. 4, n. 5/6, p. 318, 2012. Disponível em: <<http://www.inderscience.com/link.php?id=51815>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

CHUEIRI, M. S. F. Concepções sobre a Avaliação Escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 19, n. 39, p. 49–64, 2008. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/ae/article/viewFile/2469/2423>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

COOPER, A. **JISC CETIS Analytics Series Vol.1 No.5.: What is Analytics?** . [S.l: s.n.], 2012. Disponível em: <<http://publications.cetis.ac.uk/2012/521>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

CORTESÃO, L. Formas de ensinar, formas de avaliar: breve análise de práticas correntes de avaliação. In: ABRANTES, P.; ARAÚJO, F. (Org.). **Reorganização Curric. do ensino básico avaliação das Aprendiz. das concepções às novas práticas**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002. p. 35–42. Disponível em: <https://sigarra.up.pt/fpceup/pt/pub_geral/pub_view?pi_pub_base_id=84148>. Acesso em: 13 dez. 2018.

DAWSON, S. et al. Current state and future trends: a citation network analysis of the learning analytics field. 2014, New York, New York, USA: ACM Press, 2014. p. 231–240. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2567574.2567585>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. DEMYSTIFYING THE LITERATURE REVIEW AS BASIS FOR SCIENTIFIC WRITING: SSF METHOD. **Revista ACB**, v. 21, n. 3, p. 550–563, 29 dez. 2016. Disponível em: <<https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1194>>. Acesso em: 6 nov. 2018.

FERNÁNDEZ, C. A. **Gaming Learning Analytics for Serious Games**. . [S.l: s.n.], 2015. Disponível em: <http://pubman.e-ucm.es/drafts/e-UCM_draft_296.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

GOGGINS, S. et al. Learning Analytics at “Small” Scale: Exploring a Complexity-Grounded Model for Assessment Automation. **Journal of Universal Computer Science**, v. 21, n. 1, p. 66–92, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84930346306&partnerID=40&md5=a3f53043cf70bb1806290135b90b82f8>>.

GOMES, M. J. **PROBLEMÁTICAS DA AVALIAÇÃO EM EDUCAÇÃO ONLINE**. 2009, Braga: Universidade do Minho, 2009. p. 1675–1693. Disponível em: <<http://www.wcet.info>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

GOVINDARAJAN, K. et al. Continuous clustering in big data learning analytics. 2013, [S.l: s.n.], 2013. p. 61–64.

HAYDT, R. C. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem**. 6ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2008. HIGGINS, J. P. T.; GREEN, S. (Org.). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions - Version 5.1.0**.

HOFFMANN, J. **Avaliação Mediadora: uma prática em construção da pré-escola à Universidade**. 8ª ed. Porto Alegre: Mediação, 1993.

LONG, P.; SIEMENS, G. **Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education**. . [S.l: s.n.], 2011. Disponível em: <<https://er.educause.edu/~media/files/article-downloads/erm1151.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

MCKIMM, J.; JOLLIE, C.; CANTILLON, P. ABC of learning and teaching: Web based learning. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 326, n. 7394, p. 870–3, 19 abr. 2003. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12702625>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

OGUNTIMILEHIN A; ADEMOLA EO. A Review of Big Data Management, Benefits and Challenges. **Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences**, v. 5, n. 6, 2014. Disponível em: <<http://www.cisjournal.org>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

OLIVEIRA, M. C. O uso de tecnologias digitais para uma avaliação formativa reguladora e autorreguladora em um curso de Licenciatura em Matemática a distância. 2015, Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015. p. 1–9. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ebapem2015/files/2015/10/gd6_matheus_oliveira.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.

OLIVER, R.; HERRINGTON, J. Exploring Technology-Mediated Learning from a Pedagogical Perspective. **Interactive Learning Environments**, v. 11, n. 2, p. 111–126, 9 ago. 2003. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1076/ilee.11.2.111.14136>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

OTSUKA, J. L.; ROCHA, H. V. da. Avaliação formativa em ambientes de EaD. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 1, n. 1, p. 146–156, 1 jan. 2002. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/174/160>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

RODRIGUES, E. F. A Avaliação e a Tecnologia. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Org.). **Ensino Híbrido Pers. e Tecnol. na Educ.** Porto Alegre: Penso, 2015. p. 123–137. SANMARTÍ, N. **Avaliar para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SAQR, M.; FORS, U.; TEDRE, M. How learning analytics can early predict under-achieving students in a blended medical education course. **Medical Teacher**, v. 39, n. 7, p. 757–767, 2017.

SOARES, P. B. et al. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 175–185, jan. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212016000100175&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 7 nov. 2018.

TARAS, M. ASSESSMENT – SUMMATIVE AND FORMATIVE – SOME THEORETICAL REFLECTIONS. **British Journal of Educational Studies**, v. 53, n. 4, p. 466–478, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8527.2005.00307.x>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

TEMPELAAR, D. T. et al. Formative Assessment and Learning Analytics. 2013, Maastricht University, School of Business and Economics, Tongersestraat 53, 6211 LM Maastricht, Netherlands: [s.n.], 2013. p. 205–209. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84876473964&doi=10.1145%2F2460296.2460337&partnerID=40&md5=ce2f514ada44ae746fa76f280a68acab>>.

TEMPELAAR, D. T.; RIENTIES, B.; GIESBERS, B. In search for the most informative data for feedback generation: Learning analytics in a data-rich context. **Computers in Human Behavior**, v. 47, p. 157–167, 2015.

TIMMERS, C. F.; WALRAVEN, A.; VELDKAMP, B. P. The effect of regulation feedback in a computer-based formative assessment on information problem solving. **Computers and Education**, v. 87, p. 1–9, 2015.

VATRAPU, R. et al. Towards visual analytics for teachers' dynamic diagnostic pedagogical decision-making. 2011, [S.l.: s.n.], 2011. p. 93. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2090116.2090129>>.

WAHEED, H. et al. A bibliometric perspective of learning analytics research landscape. **Behaviour & Information Technology**, v. 37, n. 10–11, p. 941–957, 2 nov. 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0144929X.2018.1467967>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

WILLIAMS, P. Squaring the circle: A new alternative to alternative-assessment. **Teaching in Higher Education**, v. 19, n. 5, p. 565–577, 2014.