



DIAGNÓSTICO DE DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM BASEADO EM CONCEITOS

Estêvão Domingos Soares de Oliveira¹
Fernanda Karla Fernandes da Silva Góes²

RESUMO

O uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) na educação tem crescido bastante nos últimos anos, muito em razão da expansão dos cursos na modalidade à distância. Em virtude da grande quantidade de alunos nessa modalidade atuando no AVA, um grande volume de dados é gerado. Assim, para obter-se um bom modelo de avaliação de aprendizagem faz-se necessário uma análise desses dados. Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar resultados da aplicação de um modelo de Learning Analytics orientado a conceitos. Para isso, propomos uma metodologia de avaliação da aprendizagem por meio de visualização de dados que utiliza a atividade do tipo questionário, disponível no Moodle, aliada a um conjunto de conceitos.

Palavras-chave: Educação a Distância, Learning Analytics, Avaliação.

ABSTRACT

The use of Virtual Learning Environments (VLE) in education has grown considerably in recent years, much due to the expansion of courses in distance mode. Because of the large number of students in this modality working in (VLE), a large volume of data is generated. So to get yourself a good learning assessment model an analysis of these data is necessary. Thus, the aim of this paper is to present results of applying a model of Learning Analytics oriented concepts. For this, we propose an evaluation methodology of learning through data visualization that uses the activity type questionnaire, available in Moodle, combined with a set of concepts.

Keywords: Distance Education, Learning Analytics, Evaluation.

1 INTRODUÇÃO

O Censo da Educação Superior de 2019, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), aponta que quatro a cada dez calouros no ensino superior optaram por se matricular em cursos de graduação a distância. O levantamento mostra que a educação a distância (EAD) tem ganhado cada vez mais espaço na educação superior.

Em 2009, as matrículas dos calouros em EAD representavam 16,1% do total. Em 2018, elas representavam 39,8% do total de estudantes que ingressaram nas instituições de ensino superior. Já em 2019, eram 43,8%, o que equivale a cerca de 1,6 milhão do total de 3,6 milhões de novos estudantes.

¹ UNIESP Centro Universitário. E-mail: estevao@iesp.edu.br

² UNIESP Centro Universitário. E-mail: fernanda.goes@iesp.edu.br



Os espaços onde esses cursos se desenvolvem são os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), como, por exemplo, o Moodle. Esta ferramenta visa tanto possibilitar a interação entre professores/tutores e alunos, por meio de recursos didáticos compartilhados e atividades propostas, quanto proporcionar condições de armazenamento de dados. Tais dados advêm da navegação dos alunos, o que possibilita estudos e análises acerca de seus comportamentos, colaborando, assim, com o planejamento pedagógico, bem como com indicações de aprimoramento destes ambientes, de modo análogo às estratégias utilizadas em *web analytics*, no contexto do comércio eletrônico.

Junto a todo esse crescimento da EAD há também uma série de desafios para professores e gestores educacionais. Dentre eles está a avaliação da aprendizagem. Apesar de o Moodle fornecer diversos relatórios e gráficos nativamente, a partir dos dados gerados frutos das interações dos participantes (alunos, professores e tutores), estes não são suficientes para se avaliar a aprendizagem de modo preciso. Assim, a falta de informações que possibilitem um efetivo acompanhamento dos alunos no que se refere à avaliação foi um dos fatores que originou este estudo. Surge, assim, uma linha de pesquisa chamada *Learning Analytics* (LA), que propõe a análise de dados produzidos pelos alunos nos AVAs objetivando potencializar o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar resultados da aplicação de um modelo de *Learning Analytics* orientado a conceitos. Para isso, propomos uma metodologia de avaliação da aprendizagem por meio de visualização de dados que utiliza a atividade do tipo questionário, disponível no Moodle, aliada a um conjunto de conceitos. Assim, cada questão do questionário possui conceitos relacionados a ela, desse modo, sempre que o aluno erra uma questão, todos os conceitos ligados a ela recebem um incremento visual. Assim, é possível avaliar, a partir do que é apresentado visualmente, por exemplo, quais os conceitos mais deficitários, dentre outras análises.

Este trabalho está organizado como segue: na seção 2 apresentamos o referencial teórico e os trabalhos relacionados. Na seção 3 há a metodologia e na 4 a análise e discussão dos resultados. Por fim, na seção 5, a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em palestra proferida no LAK (2014), *Learning Analytics* foram definidas como sendo medida, coleta, análise e relatório dos dados dos alunos bem como seus contextos visando, primeiro, entender e, em seguida, otimizar o aprendizado e o ambiente em que se desenvolve. Ao aplicar em uma disciplina, por exemplo, esta atividade oferece informações preciosas relativas ao que está, de fato, ocorrendo, sugerindo propostas pelas quais o professor pode potencializar o processo de ensino-aprendizagem.

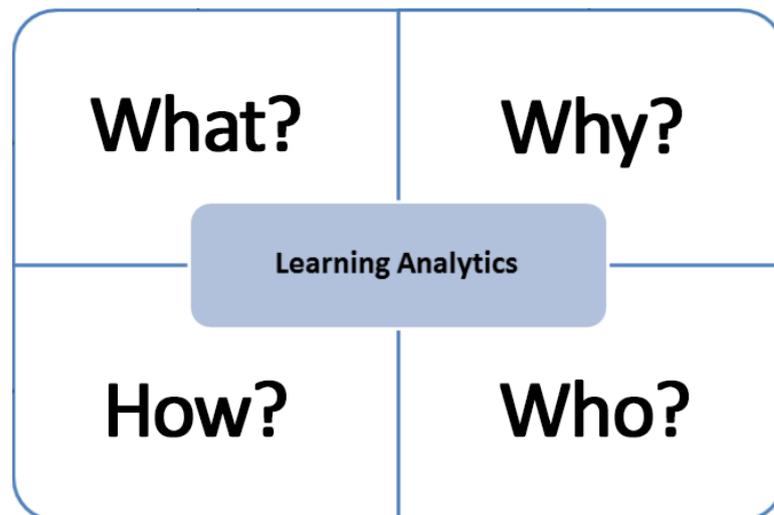


Figura 1. Estrutura de referência de *Learning Analytics* (CHATTI, 2012).

A estrutura apresentada na Figura 1 foi sugerida por Chatti (2012) e visa à facilitação do entendimento da classificação presente na literatura. Como é possível perceber, ela é baseada em 4 dimensões, quais sejam:

- *What?* (O quê?). Relaciona-se aos tipos de dados para coleta, podendo ser de um AVA, de softwares de gestão ou ainda de redes sociais.
- *How* (Quem?). Relaciona-se a quem se destina a análise dos resultados: desenvolvedores, gestores, professores, alunos, etc. Cada um avaliará de acordo com seus objetivos.
- *Why?* (Por que?). Refere-se ao objetivo da análise: a) Monitoramento: monitorar todas as ações dos alunos e gerar relatórios; b) Predição/Intervenção: prever desempenho e intervir com ações que modifiquem o desempenho; c) Avaliação/*Feedback*: avaliar a aprendizagem e dar *feedbacks*; d) Tutoria: acompanhar o aluno em momentos específicos; e) Adaptação: adaptar o conteúdo de acordo com as necessidades do aluno; f) Personalização/Recomendação: o aluno escolhe o que quer estudar e, ao mesmo tempo, recebe recomendações do ambiente; g) Reflexão: comparar o desempenho entre os alunos para verificar o sucesso das práticas de ensino.
- *Who?* (Como?). Refere-se às técnicas que serão utilizadas para encontrar os padrões que os dados apresentam buscando alcançar o que é determinado no *Why*. Essas técnicas podem ser: a) Mineração de Dados Educacionais (MDE), que é uma área em franco crescimento que utiliza métodos de mineração de dados; b) Análise de Redes Sociais; c) Estatísticas; d) Visualização de Dados; etc.

2.1. TRABALHOS RELACIONADOS

Devido a grande popularização da EAD e, conseqüentemente, dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, muitos trabalhos têm buscado analisar comportamentos dos alunos com o intuito de direcionar professores a decisões que proporcionem melhor qualidade no acompanhamento da aprendizagem. Em Ferreira (2013), há dois contributos principais: i)



apresentar um quadro teórico e as aplicações práticas dos sistemas de *Learning* e *Academic Analytics* e ii) concretizar a arquitetura de um sistema de LA que tem como focus de análise a integração do campus da Católica - Porto, com o AVA *Blackboard*.

Os resultados indicam que a faculdade se encontram no estágio introdução, o que corresponde a um nível de exploração baixo das funcionalidades do campus e também não há um uso das funcionalidades presentes no Blackboard. Em Rigo (2014), temos um estudo de fatores envolvidos no fenômeno de evasão escolar e descreve a utilização de um sistema para MDE e LA durante 18 meses em cursos de graduação na modalidade de Educação a Distância. Nunes *et al.* (2014), descreve a aplicação de *Learning Analytics* ao Design Instrucional - DI com o intuito de identificar quais as atividades ou caminhos do curso realizados pelos alunos devem ser melhorados.

Os resultados obtidos com a aplicação dos algoritmos de *Learning Analytics* aos cursos utilizados nos Estudos de Casos, reais ou fictícios, introduzem informações relevantes para o melhoramento do Design Instrucional desses cursos como também de cursos em geral. O presente trabalho diferencia-se dos citados acima pois se apoia na proposição de um modelo de *Learning Analytics* orientado a conceitos, sendo assim, o professor visualização os conceitos com maior índice de dificuldade entre os alunos. No próximo tópico, há a metodologia adotada nesta pesquisa.

3 METODOLOGIA – MODELO PROPOSTO

Nesta seção é apresentado o modelo proposto. No tópico 3.1 descreveremos as etapas do modelo e no tópico 3.2 a arquitetura.

3.1. ETAPAS DO MODELO DE *LEARNING ANALYTICS*

Chatti *et al.* (2012) considera três etapas em um modelo de *Learning Analytics*: i) Coleta de dados e Pré-processamento: coleta de dados no ambiente educacional e a transformação deles em dados que possam ser recebidos nas técnicas de LA escolhidas; ii) Análise e Ações: definição da técnica de LA a ser utilizada baseada nos dados advindos da etapa i); iii) Pós-processamento: refatoramento do processo de LA, buscando novas métricas de análise. Contudo, neste trabalho, será apresentado apenas a etapa ii).

3.2. DESENHO DA ARQUITETURA

A arquitetura do modelo proposto compreende as quatro dimensões da estrutura de referência da Figura 1. Na Figura 2 há o modelo conceitual da arquitetura, porém, neste trabalho, descreveremos apenas a etapa *Como?* (Técnicas).

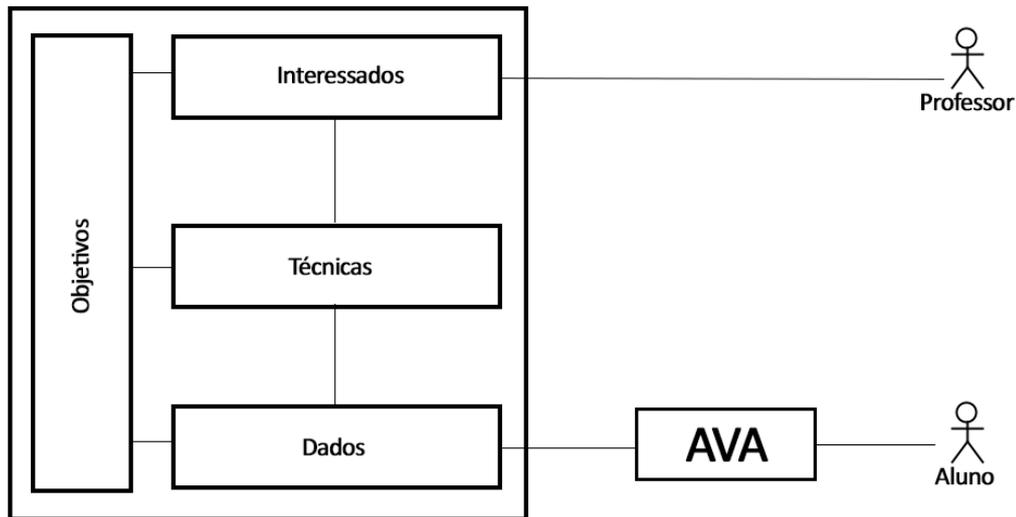


Figura 2. Modelo da Arquitetura. Fonte: Autores.

3.3. TÉCNICAS DE *LEARNING ANALYTICS*

Nesta etapa, detalhada na Figura 3, mostra a implementação das técnicas constantes nas fases de Objetivos e Interessados. Será utilizada neste trabalho o componente: Visualização de Dados.

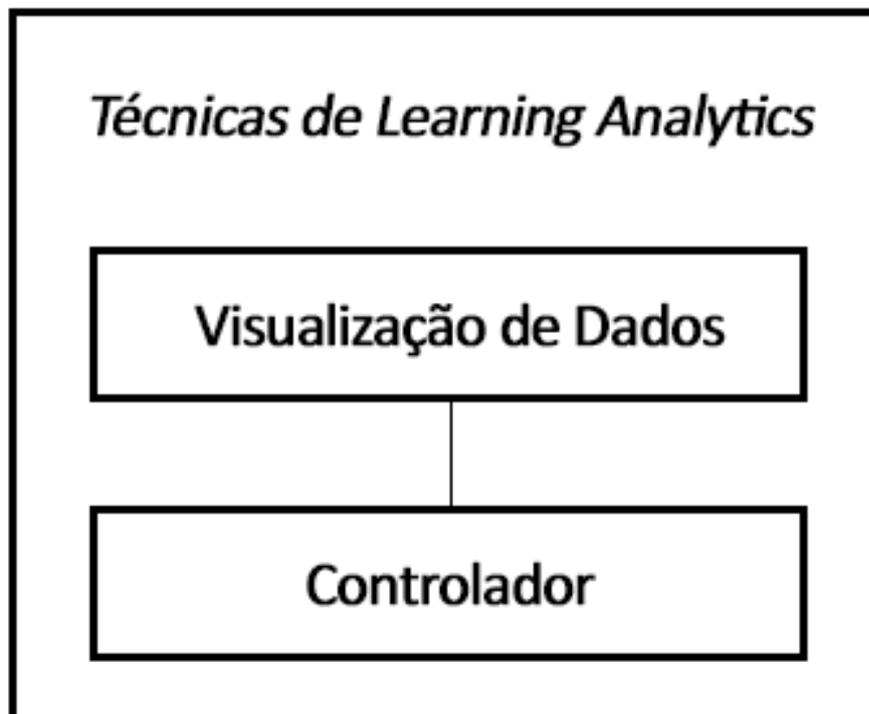


Figura 3. Módulo de Técnicas de *Learning Analytics*. Fonte: Autores.

O componente controlador representa o ponto de entrada para os serviços que serão suportados pela camada da técnica de Visualização de Dados. O módulo de Visualização de Dados permite que os dados sejam exibidos aos interessados em forma de gráficos para auxiliar, neste caso, na avaliação da aprendizagem.



Neste experimento, foi selecionada a disciplina Matemática Elementar (períodos 2013.1 a 2014.2), de um curso superior à distância da área de tecnologia da informação. A escolha desta disciplina se deve ao fato de ela possuir um banco com 271 questões utilizadas de modo recorrente no percurso da disciplina por meio de atividades do tipo questionário. Contudo, para este experimento, apenas as 11 questões referentes ao primeiro capítulo (Conjuntos, Relações, Funções) da disciplina foram utilizadas. Para obter esses dados, foram realizadas consultas, no servidor de Bancos de Dados do Moodle utilizando a linguagem MySQL. As tabelas utilizadas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Tabelas que armazenam dados referentes a atividade Questionário no Moodle

Tabela	Função
mdl_question	Armazena as questões
mdl_question_answers	Armazena opções de resposta das questões e gabaritos
mdl_quiz	Armazena os questionários
mdl_quiz_grades	Armazena nota final do questionário de cada aluno
mdl_quiz_attempts	Armazena a nota final de cada tentativas de resposta
mdl_question_states	Armazena as respostas dos alunos

Uma nova tabela foi criada para cadastrar os conceitos presentes no capítulo 1 da disciplina escolhida, e, em seguida, cada conceito foi ligado à questão que o aborda. Assim, sempre que um aluno errava uma questão, o conceito ligado a ela recebia um incremento. Da mesma forma quando ocorria o acerto.

Para esta última etapa, utilizamos as ferramentas SigmaJS e ChartJS. Para gerar as visualizações no ChartJS, utilizaram-se as tabelas de dados e de conceito descritas acima. Já o SigmaJS atuou na geração do Grafo de Conceitos, utilizando dados da tabela de conceitos. A seguir, descreveremos a discussão dos resultados.

4 ESTUDO DE CASO – RESULTADOS E DISCUSSÃO (AVALIAÇÃO)

Realizou-se um estudo de caso em que aplicou-se o ConceptVis na disciplina Matemática Elementar que compõe o curso superior à distância da área de tecnologia da informação ofertada por uma Instituição de Ensino Superior.

4.1 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA CONCEPTVIS

A disciplina Matemática Elementar está inserida no primeiro período do curso superior à distância da área de tecnologia da informação. Contou, quando da realização do experimento, no semestre letivo 2015.2, com um total de 202 alunos matriculados. A escolha desta disciplina se deu pelo fato de ela possuir uma grande quantidade de alunos, bem como pelo fato de o professor utilizar um banco de questões bastante amplo.

Como afirmado, o modelo proposto possibilita o diagnóstico de situações de dificuldade de aprendizagem em conceitos abordados na disciplina. Para realizar esse diagnóstico, sugere-se o uso da atividade questionário. A seguir, apresenta-se os resultados e as discussões sobre eles.

A Figura 4 mostra toda a linha do tempo apresentada ao professor. Nela pode-se notar que apresentou-se cinco questionários durante todo o semestre letivo. Percebe-se que, com o tempo, a participação dos alunos vai diminuindo, o que deve levar o professor a buscar



maneiras de trazer o aluno para que participe das atividades. Ressalta-se que a avaliação oficial dos alunos pelo professor ocorre durante toda a disciplina, tanto por atividades no AVA quanto pelas provas presenciais. Daí a importância de solicitar-se, sempre, a participação dos estudantes.



Figura 4. Linha do Tempo da ferramenta ConceptVis.

Outro aspecto que se destaca é a média de desempenho dos alunos no questionário, quase sempre abaixo da média (7,0). O questionário Qstnr I, por exemplo, teve uma participação de 142 estudantes respondendo ao questionário e uma média de desempenho de 4,93. Percebendo-se esta situação, o professor pode construir, a partir da visualização dos gráficos de desempenho, um diagnóstico de dificuldades de aprendizagem da turma, ou seja, precisam-se verificar quais os conceitos que estão abordados no questionário Qstnr I nos quais os alunos estão apresentando desempenho insatisfatório?

Há a possibilidade de monitorar e avaliar as dificuldades dos estudantes em um questionário específico bem como o desempenho nas questões nele abordadas. A Figura 5 apresenta um treemap que mostra as questões de uma categoria e que estão contidas em um questionário. Ressalta-se que o professor pode configurar a atividade questionário no Moodle para que questões de várias categorias sejam selecionadas aleatoriamente. Na imagem em questão, apresenta-se apenas a categoria Cat I.1 Cardnldd, ConjPoten, ProdCartsn.



Figura 5 - Desempenho por Questão.

Cada bloco de cor representa uma questão e está identificado com o título da questão e o conceito a ela relacionado. Desse modo, os blocos maiores são aqueles que apresentaram maior percentual de erro. Assim, as questões I.1.06, I.1.07, I.1.08 e I.1.10 bem como os conceitos a elas relacionados: Contido, Conjunto Potência e Produto Cartesiano, necessitam de uma atenção maior por parte do professor. Alguns pontos podem ser levantados: “ A questão está bem elaborada?” e “ O nível de dificuldade da questão está muito elevado?”.

A partir desses questionamentos, o professor pode simplesmente fazer alterações na questão, de modo a deixá-la mais intuitiva, ou ainda ir mais além: reformular o material didático da disciplina, por exemplo. Outra ação seria, diante da dificuldade de aprendizagem em determinado conceito, indicar outras fontes de apoio, como vídeos, artigos ou apostilas.

A possibilidade de Desempenho por Período permite que se observe se um dado conceito apresenta, historicamente, um resultado de erro constante. Na Figura 6 é possível monitorar o desempenho histórico do conceito “Lógica”. Vê-se que, historicamente, este conceito tem se mostrado uma deficiência para os alunos. No eixo X do gráfico, há os períodos letivos, enquanto no eixo Y, há a escala de acerto/erro. Ao passar o mouse sobre os períodos letivos, apresenta-se os percentuais de acerto (azul) e erro (cinza).



Figura 6 - Desempenho por Período da ferramenta ConceptVis.

A Figura 6 apresenta o desempenho histórico do conceito de “Lógica” e requer uma atenção maior por parte do professor para tentar compreender como readequar as ações de ensino-aprendizagem para reverter o gráfico. Destaca-se que, após a tomada de decisão para resolução das dificuldades dos alunos, podem-se lançar questionários específicos, apenas com questões sobre um dado conceito e, após a resposta dos alunos, verificar novamente o gráfico (Figura 6) e verificar se houve alteração nas linhas. Por esta razão é importante ter um banco de questões.

Por fim, há, para o docente, como mostra a Figura 7, duas opções de seleção: polos e conceito. Desse modo, verificam-se os conceitos em que os alunos têm maior dificuldade por polo.



Figura 7 - Desempenho por Polo da ferramenta ConceptVis.

No exemplo, o conceito “Cardinalidade” apresentou um elevado percentual de erro no polo Itaporanga. Nota-se, ainda, que na grande maioria dos polos houve desempenho positivo. A partir desse gráfico, o professor pode monitorar as dificuldades de aprendizagem por polo.

A importância dessa visualização está na possibilidade de interação do professor com os tutores presenciais. Sabendo quais os polos que precisam de maior atenção em um dado conceito, o tutor presencial, orientado pelo professor, pode atuar no sentido de auxiliar os alunos nos polos, por meio de aulas e atividades extras.

A ferramenta ConceptVis proposta permite que se faça uma avaliação, como afirma Mattar (2014), do tipo formativa, já que sua aplicação ocorre durante o curso, havendo assim a oportunidade de se corrigir ou adequar prováveis problemas na aprendizagem dos alunos sem que seja preciso terminar a disciplina para isso. Ao final, o professor poderá realizar outras alterações para a próxima turma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou um modelo de arquitetura de uma aplicação de *Learning Analytics* focada na Avaliação da Aprendizagem em cursos na modalidade a distância. As estruturas de referências para *Learning Analytics* estão descritas em Chatti *et al.* (2012).

Learning Analytics é uma área emergente de pesquisa no âmbito da Informática aplicada a Educação e tem como fim auxiliar no processo de ensino-aprendizagem por meio da análise dos dados advindos da atuação do aluno em um AVA, representados por gráficos de Visualização de Dados.



No que se refere a limitações ou dificuldades, destaca-se o entendimento de como o banco de dados do Moodle está estruturado. Isso é de extrema importância pois permitirá saber em quais tabelas os dados necessários estão armazenados.

Destacamos, ainda, a importância de se utilizar as técnicas apresentadas aqui em conjunto com práticas pedagógicas para auxiliar a resolver padrões problemáticos de aprendizagem, visando melhorar os resultados futuros do desempenho dos alunos.

Investigações futuras podem tratar sobre outras APIs para a produção de gráficos de Visualizações de Dados que possibilitem novos olhares e perspectivas aos dados. De igual forma, a realização de um estudo de caso em cursos de outras áreas, como Ciências Humanas (Licenciatura em Letras) e Biológicas (Licenciatura em Ciências Biológicas).

REFERÊNCIAS

- Censo EAD.BR:** relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2019/2020. ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. Curitiba: InterSaberes, 2021.
- BROWN, M. **Learning Analytics:** moving from concept to practice. Educause Learning Initiative, 2012.
- CHATTI, M. A.; DYCKHOFF, A. L.; SCHROEDER, U.; THÜS, H. **A reference model for Learning Analytics.** In: International Journal of Technology Enhanced Learning, v. 4, n. 5, p. 318-331, 2012.
- CLOW, D. **The Learning Analytics cycle:** closing the loop effectively. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge. ACM, p. 134-138, 2012.
- FERREIRA, S. A.; ANDRADE, A. **Desenhar e Implementar um sistema de Learning Analytics no Ensino Superior.** In.: Gestão e Desenvolvimento, 2013.
- 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge 2011.** Tekri - Athabasca University, 2021. Disponível em <https://tekri.athabascau.ca/analytics/>. Acesso em 06 de maio de 2021.
- MATTAR, J. **Design Educacional:** educação a distância na prática. São Paulo: Artesanato Educacional, 2014.
- NUNES, I. D.; GOMES, A.; SCHIEL, U. **Aplicação de Learning Analytics ao Design Instrucional.** In: 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Dourados/MS, 2014.
- RIGO, S. J.; CAZELLA, S. C. **Aplicações de Mineração de Dados Educacionais e Learning Analytics com foco na evasão escolar:** oportunidades e desafios. In: Revista Brasileira de Informática na Educação. Vol. 22, N. 1, 2014.
- VALENTIM, F. O. D.; OLIVEIRA, A. A. S. **Avaliação da aprendizagem e deficiência intelectual na perspectiva de professores do ensino comum.** Rev. Diálogo Educ, 2013.