Identificação de Pesquisas Referentes ao Engajamento de Alunos em Plataformas de LMS e suas Relações com o Desempenho Acadêmico

Pamella Letícia S. de Oliveira[1], Adonis Justo de Souza[2], Rodrigo Lins Rodrigues[3]

[1]Departamento de Estatística e Informática, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

[2]Departamento de Computação, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

[3]Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – 52171-900 – Recife – Brazil
{pamella.lesilvao,adonisjsouza,rodrigomuribec}@gmail.com

Abstract. *Distance Education (EAD) has been playing an important role in models of access to education [Ramos 2016]. However, many students do not make use of available tools and resources in a way that will maximize learning. Thus, this is reflected in the average number of graduates in this category which is 15-25% [Moubayed et al. 2018]. Given this, this article aims to use EDM to show the relationship between student engagement on LMS platforms and student performance. In the analysis, some researches that address this theme are presented. Nevertheless, it is shown that there is a shortage of work that presents data and solutions to help teachers and students to intervene in cases of possible dropouts.*

Resumo. *A Educação a Distância (EAD) vem assumindo um importante papel nos modelos de acesso à educação [Ramos 2016]. No entanto, muitos alunos não fazem uso das ferramentas e recursos disponíveis de uma forma que irá maximizar a aprendizagem. Logo, isso é refletido na média do quantitativo de concluintes nesta categoria que é de 15-25% [Moubayed et al. 2018]. Diante disso, este artigo visa usar a EDM para mostrar a relação do engajamento dos alunos em plataformas LMS com o desempenho dos mesmos. Na análise, é apresentado algumas pesquisas que abordam esse tema. Apesar disso, é mostrado que existe escassez no que se diz respeito a trabalhos que apresentam dados e soluções para auxiliar professores e alunos a intervirem em casos de possíveis evasões.*

1. Introdução

Com o avanço da tecnologia e com a possibilidade dos dispositivos se conectarem a internet, ocorreu a modernização de várias atividades no cotidiano. Uma delas, é o acesso educação, que pode ser realizada através de três modalidades, tais como: *Educação a Distância* (EAD), onde utiliza-se os *Ambientes Virtuais de Aprendizagem* (AVA), que possibilita a interação e disponibilidade dos diversos recursos de comunicação [Rodrigues et al. 2016]; *Ensino Suportado por tecnologias* (do inglês, E-learning), que é definida como o uso de dispositivos eletrônicos e tecnológicos para o aprendizado de novas informações e habilidades [Moubayed et al. 2018]; e os *Cursos Online Abertos e Massivos*, conhecidos como (MOOC) representa uma variante de cursos on-line

[Rodrigues et al. 2016]. Essas modalidades por sua vez, são procuradas pelas pessoas devido ao seu maior alcance geográfico, com flexibilidade de horário e custos acessíveis.

Apesar disso, a modalidade EAD vem sofrendo com o baixo número de concluintes, e esse quantitativo é em média 15-25% [Moubayed et al. 2018]. Na modalidade do tipo MOOC, essa realidade é ainda menor, com apenas 10% [Rodrigues et al. 2016]. Essa situação é devido à quebra da simultaneidade espaço-temporal, juntamente com a dificuldade do professor em identificar os alunos desanimados, e a necessidade de subsídio para essa inferência [Santos et al. 2015].

Diante disso, o engajamento em plataformas de *Sistema de Gestão da Aprendizagem* (LMS), é utilizado para avaliar a qualidade da aprendizagem online [Shukor et al. 2014]. Essa avaliação é medida por meio de dados dos alunos, tais como: características; comportamentos; e padrões. Essas informações são obtidas nos ambientes de aprendizado por meio da mineração de dados educacionais (EDM), que fornece as instituições de ensino a capacidade de explorar, visualizar e analisar grandes quantidades de dados, a fim de revelar padrões valiosos em comportamentos de aprendizagem dos alunos, o que torna crucial para melhorar o ensino, a aprendizagem e a tomada de decisão [He 2013].

O objetivo desta pesquisa, é mostrar: *"Como a EDM pode auxiliar para a análise de engajamento em plataformas LMS?"* Para respondê-la, será necessário realizar leituras em outras pesquisas que tenha relação com o tema. Desse modo poderá aprofundar no assunto, confirmando a importância dele para o desempenho dos estudantes em plataformas LMS.

2. Engajamento em Plataformas de Aprendizagem

O engajamento em plataformas de aprendizagem, é um tema o qual muitos autores tentam definir [Cruz et al. 2015]. Entretanto, pode-se citar a relação com o envolvimento dos alunos no seu processo de aprendizagem ou ferramentas. É evidente em muitos aspectos, o tempo gasto na aprendizagem, o número de atividades realizadas, a relação entre a quantidade de resultados e qualidade [Cruz et al. 2015], a definição com toda a atividade mental que envolve a percepção, o tempo, a atenção, o raciocínio, a vontade, a emoção e à qualidade do esforço que os alunos fazem para alcançar os resultados desejados [Henrie et al. 2015].

Diante disso, para uma melhor compreensão, o engajamento está dividido em 3 principais tipos, os quais são: o cognitivo, que está relacionado à ideia de investimento, ou seja, fazer esforço para entender ideias complexas e deter habilidades difíceis; o comportamental, o qual costuma ser tradicionalmente mensurado a partir de aspectos quantitativos; o emocional, o qual está associado ao sentimento de pertencer a um grupo, representado pela comunidade de aprendizagem e pela instituição educacional, assim como a aceitação de seus valores [Rodrigues et al. 2016].

Além disso, esses tipos de engajamentos estão ligados com resultados educacionais importantes, como a persistência dos alunos em aprender, a satisfação e o desempenho acadêmico [Henrie et al. 2015]. Desta forma, ele pode ser usado para revelar fatores comuns, características, comportamentos ou padrões de uso entre os usuários sobre indicadores e soluções para evitar a evasão [Cruz et al. 2015].

3. Metodologia

A metodologia foi dividida em várias etapas, tais como: na escolha de um fenômeno educacional da pesquisa; na criação de questões; no desenvolvimento da *string* de busca; na escolha do tema específico relacionado ao fenômeno educacional; e por fim, na definição dos critérios de inclusão e exclusão atribuídos aos artigos. Essas etapas são apresentadas na Figura 1.

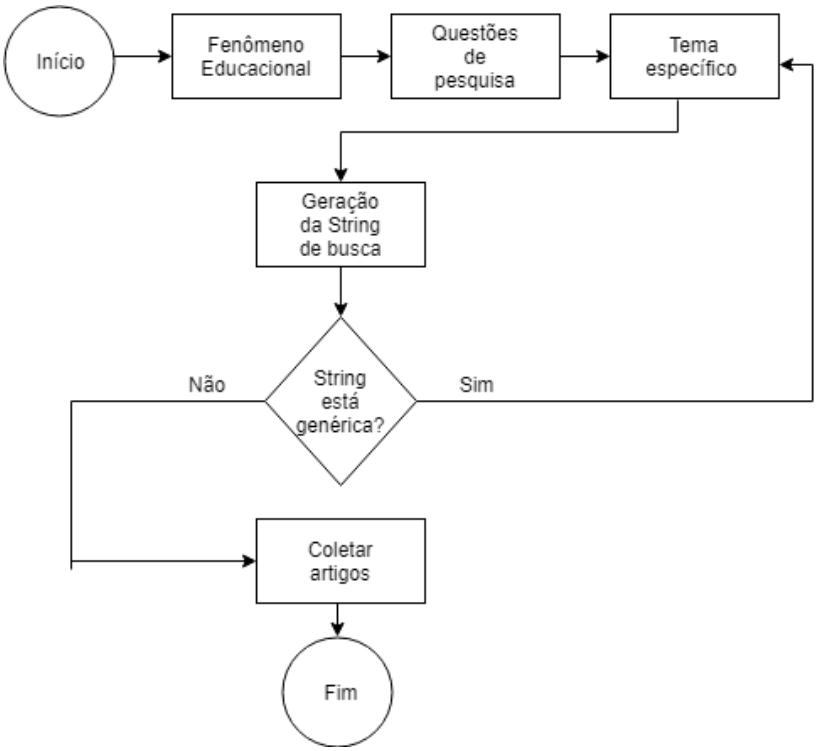

Figura 1. Representação gráfica da metodologia

Na metodologia usou-se a revisão sistemática, essa técnica por sua vez, tem como objetivo encontrar o número máximo de estudos conhecidos [Kitchenham et al. 2010]. Visto que, é essencial para confirmar a importância e relevância do tema.

3.1. Escolha dos Temas e String de Busca

A primeira fase da metodologia, foi formada pela definição do fenômeno educacional a ser estudado. Logo, foi escolhido o engajamento pela relação com a participação do estudante, que está associada com as notas finais [Shukor et al. 2014], com o desempenho e a permanência do aluno no curso [Kim et al. 2016]. Baseado nesse fenômeno, foram criadas questões de pesquisas com o intuito de guiar a revisão e encontrar lacunas a serem pesquisadas no contexto do ensino a distância. Utilizando a mineração de dados como abordagem metodológica para o fenômeno educacional escolhido.

Após isso, foi modelada a *string* de busca, que serviu para a extração dos artigos nos principais repositórios, denominados de: *Science Direct; IEEExplore; e Springer*. A *string* de versão inicial foi muito genérica, e por isso, precisou passar por diversas alterações, já que o foco no início foi com termos comuns, apelidados de "*engagement*" e "*data mining*". Diante disso, milhares de resultados foram retornados pelos motores de

busca. Por exemplo, o *Science Direct* retornou 11.341 artigos. Visto isso, depois de 5 rodadas de iterações, procurou-se por temas mais específicos, que adequasse ao contexto do fenômeno escolhido e que estivesse dentro do escopo da base de dados que está sendo utilizada. Desta forma, foi adotado pesquisar sobre engajamento nas postagens de fórum. Logo, foi concluída a versão final da *string*, mostrada a seguir:

("engagement" OR "disengagement") AND ("EDM"OR"educational data mining" OR "learning analytics") AND ("LMS"OR"learning management system" OR "e-learning" OR "Virtual learning environment") AND ("forum posts")

Essa *string* foi usada para buscar artigos nos repositórios citados anteriormente, o que retornou um total de 179 artigos, sendo: 35 da *Spring*, 12 da *IEEExplorer* e 132 da *Science Direct*. Entretanto, como esse quantitativo é grande, foram escolhidos critérios para selecionar quais tipos de artigos deveriam ser utilizados, com o intuito de ajudar no entendimento das questões de pesquisa. Diante disso, foi elaborado alguns critérios de exclusão, tais como: publicações com mais de 10 anos; revisões; mapeamentos; artigos que não tratam de engajamento em fóruns LMS; e artigos com foco em produção de software. Após essa exclusão foi obtido o total de 11 artigos, sendo: 2(dois) da *Spring*, 2(dois) da *IEEExplorer* e 7(sete) da *Science Direct*.

3.2. Questões de Pesquisa

Para entender o tema abordado pela pesquisa, foram elaboradas 5 (cinco) perguntas como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Questões de pesquisa e seus propósitos

Questão de Pesquisa	Descrição
Quais são os tipos de Engajamento em plataformas LMS?	Serve para guiar a pesquisa, pois esse é o tema geral da mesma.
Quais são as variáveis que representam o fenômeno de engajamento em plataformas LMS?	Variáveis favoráveis para encontrar o que é engajamento em EAD.
Quais são as formas de mensurar engajamento em plataforma LMS?	Técnicas e tecnologia utilizadas para fazer essas medidas.
Quais as técnicas para visualizar o engajamento?	Serve para se mapear quais são as melhores técnicas para se visualizar engajamento.
Por quais motivos o estudo de performance é relacionado à engajamento?	Muitos estudos sempre juntam esses dois conceitos, porém eles são muito diferentes. Então qual a relação dessa relação?

A primeira questão foi elaborada para entender o fenômeno educacional a ser estudado, bem como a sua relevância e os tipos que existem. Por ser um estudo relacionado a EDM, a segunda e a terceira questão, são extremamente importantes, pois mapeia quais são as variáveis, e as formas de medição que estão sendo utilizadas para análise de engajamento. A questão sobre visualização, também é importante para pesquisa, pois ela envolve mineração de dados, e apresenta a forma adequada de mostrar resultados através de gráficos devido ao volume de dados. Já a quinta questão, é ligada mais a o fenômeno educacional, visto que nos vários artigos analisados, a performance estava presente quando o assunto era engajamento.

4. Resultados e Discussões

As respostas das questões desta pesquisa, foram encontradas durante a leitura dos 11 artigos mencionados anteriormente, devido eles abordarem temas que mencionam o engajamento, as variáveis que existem em plataformas LMS e as técnicas usadas em EDM.

QP1. Quais são os tipos de Engajamento em plataformas LMS?

O objetivo dessa pergunta foi servir de guia para responder as outras, já que faz parte do tema geral desta revisão. Por ser um tema amplo, muitos autores definem o termo engajamento, como o envolvimento no processo de aprender, através do tempo dedicado, e com atividades realizadas ou características que estimule um interesse especial [Cruz-Benito et al. 2015]. Além disso, como será visto de forma mais detalhada na QP5, alguns dos artigos associam performance a engajamento. A seguir, a tabela 2 apresenta as definições de engajamento e os artigos que discutem sobre cada um dos termos.

Tabela 2. Definições de engajamento

Definições	Referências	Números de trabalhos
Participação	[Aguilar et al. 2013]; [Saqr et al. 2018]; [Xie et al. 2018]; [He 2013]; [Shukor et al. 2014]; [Kim et al. 2016]; [Moubayed et al. 2018]; [Chen et al. 2018]; [Balasooriya et al. 2017]	9
Liderança	[Aguilar et al. 2013]; [Xie et al. 2018]; [Kim et al. 2016]	3
Recência	[Saqr et al. 2018];[Balasooriya et al. 2017]; [Moubayed et al. 2018]	3
Cognitivo	[Shukor et al. 2014]; [Kovanović et al. 2015]	2

Uma definição de engajamento, é quando ocorre a comunicação entre os participantes para se construir conhecimento. O estudo de [Kim et al. 2016], utiliza variáveis de tipo proxy, que são destinadas para valores mais subjetivo. Um exemplo disso, é o cálculo de participação ativa do estudante no fórum, que pode envolver fatores que não são mensurados apenas com números, mas sim com a qualidade das mensagens. Com esse tipo de variável [Kim et al. 2016] conseguiram identificar características comportamentais dos alunos, como saber se o conhecimento foi realmente internalizado pelo estudante, para em seguida criar discussões de alto nível.

No estudo [Xie et al. 2018], é investigado como detectar e classificar potenciais líderes nas interações de fórum em ambientes LMS, especificando tipos de liderança. Os perfis de liderança, são identificados baseando-se na criação de discussões, planejamento, metas, moderação de tópicos e projeto. As definições de líderes e seus papéis também foram discutidos no artigo, os tipos são: transformador, que basicamente faz a moderação do fórum com o instrutor/tutor; o líder com perfil de diretor, no qual determina metas e objetivos, tirando dúvidas; o conservador, em que resolve problemas e mantém a estrutura e o participativo, que faz negociações.

Outra definição interessante sobre engajamento, foram feitas por [Balasooriya et al. 2017], em que adaptaram o conceito do ciclo de vida do cliente, em uma métrica empregada no mercado. Um exemplo dessas representações utilizadas no mercado, foi a

de recência, mostrando que um estudante que está engajado no sistema LMS, tende a continuar. Desta forma, se o aluno segue realizando atividades e participando das discussões em fóruns, as chances de ele continuar a desempenhar esse perfil são grandes. Para saber de forma mais precisa se um aluno está dentro do conceito da recência, é aplicado uma medida de tempo, como por exemplo um período semanal. Se ao decorrer da semana o aluno esteja participando das atividades, então é porquê ele está engajado.

Já o outro tipo de engajamento é o cognitivo, que procura entender como é o esforço do estudante no processo de aprendizado. O trabalho de [Kovanović et al. 2015] estabelece um modelo, a presença cognitiva, em que é necessário ter uma internalização do conhecimento, para depois haver seu compartilhamento. Nesse modelo existem quatro fases. A primeira é o de chamar atenção do aluno (*triggering*), através de um problema dado pelo professor. O segundo é a exploração desse problema, coletando informações. A terceira é a integração, onde as informações coletadas são analisadas. O quarto e último estágio é a resolução do problema. Já [Shukor et al. 2014], complementam o entendimento de engajamento cognitivo, chegando a conclusão que existem dois tipos de alunos: os com elevado grau de engajamento; e os de baixo grau.

QP2. Quais são as variáveis que representam o fenômeno de engajamento em plataformas LMS?

As plataformas LMS armazenam as ações dos alunos, as quais são relacionadas a variáveis, como mostrado na Tabela 3. Além disso, elas são usadas para entender padrões e comportamentos, exemplos disso são pesquisas realizadas por autores, tais como: [Moubayed et al. 2018] em que são escolhidas 9 (nove) variáveis nativas da plataforma, com o intuito de entender o impacto do engajamento na performance do estudante; [Balasooriya et al. 2017] onde associaram cada conceito do ciclo de vida do cliente, para cada variável nativa da plataforma LMS. Para a recência, ele relaciona ao período de visualização do conteúdo ou de uma postagem no fórum.

Tabela 3. Algumas variáveis nativas do Moodle

Variáveis	**Descrição**
UserLoginCount	Número total de vezes que o aluno fez login no sistema.
CourseViewCount	Número total de vezes que o aluno visualizou informações gerais sobre o curso
ForumSearchCount	Número total de vezes que o aluno usou a função de pesquisa nos fóruns de discussão
DiscussionViewTime	Tempo total gasto na visualização das discussões on-line do curso.
DiscussionViewCount	Número total de alunos que abriram uma das discussões on-line do curso.
Num. of Forum Posts	O número de vezes que o aluno postado no fórum de discussão
AddPostTime	Tempo total gasto na postagem de mensagens no quadro de discussão
AddPostCount	Número total de mensagens do quadro de discussão postadas pelo aluno.

UpdatePostTime	Tempo total gasto na atualização de uma das mensagens do quadro de discussão.
UpdatePostCount	Número total de vezes que o aluno atualizou uma de suas mensagens no quadro de discussão.

As variáveis são compostas por aspectos quantitativo e temporal, e ao serem analisadas, podem prever o desempenho dos alunos por estarem associadas a tipos de engajamento [Shukor et al. 2014].

QP3. Quais são as formas de mensurar engajamento em plataforma LMS?

As formas de mensurar o engajamento são através das variáveis, como já citado na QP2, porém conceitos precisam ser descritos, já que apenas a quantidade de postagem no fórum é muita básica. Para conseguir medir o quão engajado está um aluno, [Moubayed et al. 2018] utilizaram regras de associação e definiram três conceitos (baixo, médio e alto) utilizando variáveis nativas como notas do quiz, número de logins e nota do curso. Este autor, utiliza quatro variáveis em relação a nota por tentar estudar o impacto do engajamento no desempenho do estudante.

Já [Xie et al. 2018], utilizaram o fórum para detectar lideranças, usando rede social de análise, e definindo através do comportamento no fórum, uma classificação de líderes, através de mensagens que facilitam a discussão. Para chegar às postagem de liderança e montar a rede social de análise, foi utilizado Regressão logística e Modelo de aceleração adaptativa (AdaBoost).

Com a análise dos textos postados por alunos no fórum, [Shukor et al. 2014] utilizaram um esquema para medir engajamento cognitivo, criado por [Meijden 2005], que classifica o quão engajado cognitivamente está o aluno ao fazer uma postagem. É proposto que o aluno neste tipo de engajamento esteja em um dos estados binários alto ou baixo. Logo, cada uma dessas categorias possui variáveis, com respostas e elaborações, no caso quando o engajamento é alto. Caso seja baixo, possui referências as ideias já discutidas. Dessa forma, foi possível propor um modelo de predição da cognição dos estudantes.

QP4. Quais as técnicas para visualizar o engajamento?

O objetivo dessa pergunta, foi procurar investigar se existe uma forma de visualização consolidada para o engajamento, em especial nos fóruns. Na pesquisa [Saqr et al. 2018], utilizam a análise de redes sociais ou *social network analysis* (SNA) em inglês, que tem a função de mapear as interações entre atores em um grupo, o que possui grande potencial em fóruns da plataforma LMS. Essa forma de visualização, tem o formato de grafos, em que aqueles que interagem mais, ficam em destaque na rede. Além disso é possível por exemplo, encontrar alunos isolados, com pouca interação na rede e conseguir fazer intervenções para impedir uma futura reprovação.

Na pesquisa [Xie et al. 2018], utilizam SNA para identificar possíveis líderes, destacando-os da turma, e visualizando como a rede de interação se comporta. Outros artigos, ao falar em visualização, mencionam simplesmente um *dashboard* para acompanhar o desempenho do aluno, com a exceção [Kim et al. 2016], que utilizam um *sociogram*, que tem características similares ao SNA, com diferença de não destacar os

mais participativos. A pesquisa de [Aguilar et al. 2013], também utiliza desta ferramenta para saber quais estudantes estão isolados, e para notificar professores e tutores do risco de reprovação ou abandono do curso.

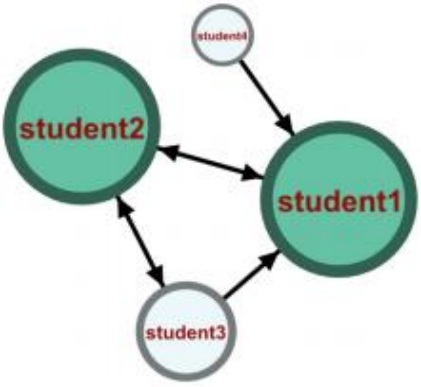

Figura 2. Exemplo de SNA [Saqr et al. 2018]

A figura 2 acima, mostra uma representação da interação entre alunos por meio da SNA, onde cada nó (círculo) corresponde a um estudante, cada aresta (seta) corresponde a uma interacção. O tamanho dos círculos, é proporcional ao número total de interacções (grau central) e a intensidade da cor representa o papel de um participante ao conectar a outros [Saqr et al. 2018].

QP5. Por quais motivos o estudo de performance é relacionado à engajamento?

Geralmente ao buscar por pesquisas de engajamento em plataformas LMS, a performance sempre vem acompanhada, principalmente nos modelos de predição, que almejam saber qual será o desempenho do aluno e de qual forma poderia ajudar aqueles que não estão com notas boas. Um exemplo disso é o estudo de [Aguilar et al. 2013], ao afirmar que quanto maior for a interação entre estudantes no fórum e chats, maior são as chances de ser aprovado no curso.

Além disso, [Moubayed et al. 2018] fizeram seus estudos sobre o impacto do engajamento na performance do estudante, utilizando variáveis do *moodle* e regras de associação. Dessa forma, quanto mais o aluno está participando, lendo o fórum e realizando atividades, maior será o impacto positivo nas notas deles.

5. Implicações Educacionais

Os autores [Chen 2018] e [Saqr 2018], defendem a ideia de que a melhor forma que o aluno tem para internalizar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, seja virtual ou presencial, é através das interações existentes dentro da comunicação com outros estudantes. Este ambiente colaborativo, têm o intuito que os alunos obtenham uma construção do aprendizado de forma mais profunda e significativa, dando estímulos necessários para que haja debates e discussões sobre os mais variados pontos de vista.

Além disso, [Moubayed 2018] aponta uma conexão forte entre engajamento e desempenho, o que nos leva a observar que os professores precisam atentar mais para esse fenômeno. Entretanto, existe uma falta de trabalhos onde integrem soluções para os

professores, onde eles possam utilizar técnicas de visualizações, a fim deles observarem os indicadores e ter um maior poder de decisão dentro das plataformas LMS. Sendo assim, este trabalho busca contribuir com o cenário educacional, mostrando que existe uma lacuna na literatura, e uma escassez de trabalhos com foco de estudar o fenómeno de engajamento com o objetivo de gerar dados importantes para uma mudança de postura dos alunos.

Diante disso, como trabalhos futuros, será realizada uma análise e uma validação usando análise de agrupamento. Com a finalidade de entender como o engajamento ocorre e gerar indicadores para avaliar os alunos. Desta maneira, possibilitara intervenções para evitar que eles percam a motivação e o engajamento. Visto que, são necessários para aprender os conteúdos da disciplina e evitar a evasão no curso.

6. Conclusão

Para entender o caminho da resposta do questionamento principal *Como a EDM pode auxiliar para a análise de engajamento em plataformas LMS?*, foi analisado quais são as definições de engajamento em plataformas LMS, com o objetivo de criar a base teórica. Em seguida, foi descoberto quais são as variáveis de engajamento, e como a literatura detalha como medi-las. Como visualização é um processo importante, foi estudado também qual tipo é a mais utilizada.

Para isso, foram analisados 11 artigos que se encaixavam com a temática levantada. Desta forma, mostra-se que análise de engajamento com o foco em fóruns, pode ser uma área de estudo promissora, pois ela permite a análise dos padrões comportamentais dos alunos e a criação de soluções para aumentar o interesse deles.

No entanto, um dos problemas encontrados é que nenhum dos artigos usados na revisão sistemática, possuem disponibilidade total de dados para reprodutibilidade, devido fornecerem apenas o nome da biblioteca ou dos *frameworks* usados, mas não a base de dados ou a aplicação em si.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG) da Universidade Federal Rural de Pernambuco ao apoiar esta pesquisa através do programa de iniciação científica.

Referências

Aguilar, D. A. G., Therón, R., and Peñalvo, F. J. G. (2013). Reveal the relationships among students participation and their outcomes on e-learning environments: case study. In Advanced Learning Technologies (ICALT), 2013 IEEE 13th International Conference on, pages 443–447. IEEE.

Balasooriya, I., Conesa, J., Mor, E., and Rodríguez, M. E. (2017). Student engagement value (sev): Adapting customer lifetime value (clv) for a learning environment. In International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, pages 601–610. Springer.

Chen, B., Chang, Y.-H., Ouyang, F., and Zhou, W. (2018). Fostering student engagement in online discussion through social learning analytics.The Internet and Higher Education, 37:21–30.

Cruz-Benito, J., Therón, R., García-Peñalvo, F. J., and Lucas, E. P. (2015). Discovering usage behaviors and engagement in an educational virtual world.Computers in Human Behavior, 47:18–25.

He, W. (2013). Examining students' online interaction in a live video streaming environment using data mining and text mining.Computers in Human Behavior, 29(1):90–102.

Kim, D., Park, Y., Yoon, M., and Jo, I.-H. (2016). Toward evidence-based learning analytics: Using proxy variables to improve asynchronous online discussion environments.The Internet and Higher Education, 30:30–43

Kitchenham, A. B., Brereton, P., Turner, M., Niazi, K, M., Linkman, S., Pretorius, R., and Budgen, d.. (2010). Refining the systematic literature review process—two participant-observer case studies.

Meijden, H. A. T. v. d. (2005).Knowledge Construction through CSCL: Student Elaborations in synchronous, asynchronous, and three-dimensional learning environments.[Sl: sn].

Moubayed, A., Injadat, M., Shami, A., and Lutfiyya, H. (2018). Relationship between student engagement and performance in e-learning environment using association rules. In2018 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE), pages 1–6.IEEE.

Rodrigues, R. L., Ramos, J. L. C., Silva, J. C. S., and Gomes, A. S. (2016). Discovery engagement patterns moocs through cluster analysis.IEEE Latin America Transactions,14(9):4129–4135.

Saqr, M., Fors, U., and Tedre, M. (2018). How the study of online collaborative learning can guide teachers and predict students' performance in a medical course. BMC medical education, 18(1):24.

Shukor, N. A., Tasir, Z., Van der Meijden, H., and Harun, J. (2014). A predictive model to evaluate students' cognitive engagement in online learning.Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116:4844–4853.

Xie, K., Di Tosto, G., Lu, L., and Cho, Y. S. (2018). Detecting leadership in peer-moderated online collaborative learning through text mining and social network analysis.The Internet and Higher Education, 38:9–17.