

Identificação de Pesquisas e Análise de Algoritmos de Clusterização para a Descoberta de Perfis de Engajamento

Title: Research Identification and Analysis of Clustering Algorithms for the Discovery of Engagement Profiles

Pamella Letícia Silva de Oliveira
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
ORCID: 0000-0001-8251-0992
pamella.lesilvao@gmail.com

Rodrigo Lins Rodrigues
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
ORCID: 0000-0002-3598-5204
rodrigomuribec@gmail.com

Jorge Luis Cavalcanti Ramos
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)
ORCID: 0000-0002-6099-6861
jorgeluiscavalcanti@gmail.com

João Carlos Sedraz Silva
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)
ORCID: 0000-0002-4082-9652
jsedraz@gmail.com

Resumo

A adoção da Educação a Distância (EAD) é uma tendência que vem ganhando espaço no campo educacional. O número de pessoas que optam por esta modalidade de ensino vem crescendo. Vantagens como flexibilização do horário, diversidade de acesso geográfico e uso de tecnologias como meio de acesso proporcionam um aumento de adesão. Apesar destes benefícios que são oferecidos por meio da modalidade E-learning (Ensino Eletrônico) e das ferramentas de estudo, como LMS (Sistema de Gestão de Aprendizagem), as instituições ainda enfrentam altos índices de evasão e baixo número de concluintes. Pesquisas mostram uma forte ligação entre o engajamento dos alunos e o desempenho acadêmico, o que requer dos gestores e pesquisadores em educação mais atenção nos fatores que influenciam os níveis de engajamento dos alunos ao longo do curso, em vez de apenas considerar a taxa de conclusão. Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de entender a relação entre os níveis de engajamento com o desempenho acadêmico. A pesquisa foi dividida em duas fases: na primeira buscou-se apresentar uma revisão sistemática para encontrar estudos que abordem o fenômeno do engajamento e seus desdobramentos; na segunda fase aplicou-se técnicas de mineração de dados educacionais (EDM) para extrair e analisar dados comportamentais de seis mil e quinhentos e vinte e sete estudantes ao longo de um curso de graduação. Como resultado da revisão sistemática foi possível obter as respostas das cinco questões de pesquisas nos vinte e seis artigos retornados nos repositórios de busca IEEEExplore, Science Direct e Springer. Além disso, os resultados da aplicação da técnica de EDM possibilitaram identificar três perfis diferentes de engajamento, que podem contribuir para a tomada de decisão pedagógica, bem como o desenvolvimento de desenhos metodológicos que diminuam os níveis de evasão em um curso.

Palavras-chave: Engajamento; Educação a Distância; Interação; Desempenho; Mineração de dados educacionais.

Abstract

The adoption of Distance Education (EAD) is a trend that has been gaining ground in the educational field. The number of people who choose this type of education has been growing. Advantages such as flexible hours, diversity of geographic access and the use of technologies as a means of access provide an increase in adherence. Despite these benefits that are offered through the E-learning modality (Electronic Learning) and study tools such as LMS (Learning Management System), institutions still face high dropout rates and a low number of graduates. Research shows a strong link between student engagement and academic performance, which requires education managers and researchers to pay more attention to the factors that influence student engagement levels throughout the course, rather than just considering the completion rate. In this sense, this work aimed to understand the relationship between levels of engagement with academic performance. The research was divided into two phases, in the first one it sought to present a systematic review to find studies that address the phenomenon of engagement and its ramifications; in the second phase data mining techniques (EDM) were applied to extract and analyze behavioral data of six thousand five hundred and twenty-seven students throughout a graduation course. As a result of the systematic review it was possible to obtain the answers to the five research questions in the twenty-six returned articles in the search repositories IEEEExplore, Science Direct and Springer. In addition, the results of the application of the EDM technique made it possible to identify three different engagement profiles, which can contribute to pedagogical decision-making, as well as the development of methodological designs that reduce the levels of dropout in a course.

Cite as: Oliveira, P. L. S., Rodrigues, R. L., Ramos, J. L. C., & Silva, J. C. S. (2022). Identificação de Pesquisas e Análise de Algoritmos de Clusterização para a Descoberta de Perfis de Engajamento. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 30, 01-19. DOI: 10.5753/rbie.2022.2508

to present a systematic review to find studies that address the phenomenon of engagement and its consequences. In the second phase, it applied educational data mining (EDM) techniques to extract and analyze behavioral data from six thousand five hundred and twenty seven students throughout an undergraduate course. As a result of the systematic review, it was possible to obtain the answers to the five research questions in the twenty-six articles returned in the IEEEExplore, Science Direct and Springer search repositories. In addition, the results of the application of the EDM technique made it possible to identify three different engagement profiles, which can contribute to pedagogical decision-making, as well as the development of methodological designs that reduce dropout levels in a course.

Keywords: *Engagement; Distance Education; Interaction; Performance; Educational Data Mining.*

1 Introdução

A educação a distância (EAD) proporciona às pessoas mais acesso ao ensino por meio da modalidade E-learning (Ensino Eletrônico), que oferece ensino a distância, acesso a conteúdos on-line em tempo flexível (Haron et al., 2017) e ferramentas para facilitar o gerenciamento da aprendizagem, como o LMS (Sistema de Gestão de Aprendizagem) que proporciona um conjunto de ferramentas que dão ao professor a oportunidade de criar e gerenciar cursos on-line (Messias et al., 2015), facilitando que as pessoas consigam ter acesso a tópicos de alta qualidade em cursos profissionais e ensino superior, independentemente do seu país de residência, da escolaridade ou do nível socioeconômico (Williams et al., 2018).

Apesar destas vantagens, a taxa de sucesso do e-learning não está como o esperado, a maioria das instituições de ensino em e-learning continua adotando um ensino voltado para uma aprendizagem individualizada, o que diminui a interação social e aumenta o nível de retenção (Haron et al., 2017). Uma das modalidades que podemos tomar como exemplo de cursos a distância são os MOOCs (Curso Online Aberto e Massivo), onde as pesquisas apontam que a taxa média de concluintes é inferior a 8% do total de matriculados (Williams et al., 2018). Um dos fenômenos educacionais que as pesquisas apontam como característica intrinsecamente ligada às taxas de sucesso nos cursos on-line é o engajamento dos estudantes. Tendo em vista esta afirmação, uma das formas de evitar o aumento nos níveis de reprovações e desistências nos cursos nesta modalidade é entender os fatores que levam ao aumento do nível de engajamento dos estudantes.

O engajamento é considerado um dos principais componentes e um aspecto vital que garante a consistência nas atividades de aprendizagem. É um processo de aprendizagem inerente e um dos principais componentes do ensino on-line eficaz, além de ser visto como importante componente para manter a permanência do aluno e melhorar a qualidade de sua experiência geral (Haron et al., 2017). Além disto, relaciona-se à interação, que é crucial para garantir o sucesso dos alunos na aprendizagem (Haron et al., 2017).

De acordo com Rodrigues (2016) existe uma crítica aos cursos nesta modalidade que se fundamenta no fato de que a taxa de conclusão é um dos principais indicadores de avaliação desta modalidade. Esta visão obscurece as razões pelas quais um aluno pode não estar engajado. Para Williams (2018), pesquisas recentes sobre o ensino on-line começam a se concentrar menos nas taxas de conclusão e mais na participação e no engajamento dos alunos. Com base nisto, o objetivo deste estudo foi avaliar o engajamento dos alunos em plataformas de aprendizagem e mostrar seus diferentes perfis ao longo de um curso superior. Para atingir este objetivo, o estudo foi dividido em duas fases: na primeira foi realizada uma revisão sistemática como forma de entender como a literatura vem trabalhando este fenômeno; em seguida foi aplicada uma abordagem de mineração de dados educacionais, ao longo de todo um curso, com dados sobre o perfil de engajamento dos estudantes.

Além desta introdução, o trabalho está organizado com mais seis seções, que apresentam o engajamento em plataformas de aprendizagem, o método utilizado para a revisão sistemática, a

mineração de dados educacionais, os estudos encontrados na literatura que abordam o engajamento, os resultados e as discussões do processo de mineração, as implicações educacionais e as considerações finais da pesquisa.

2 Engajamento em plataformas de aprendizagem

Em seu estudo, Fredricks et al. (2004) afirmam que na literatura de pesquisa, o engajamento tem a natureza multifacetada e o classifica em: envolvimento comportamental, que se baseia na ideia de participação, incluindo o envolvimento acadêmico e o social ou extracurricular nas atividades, e considerado crucial para alcançar resultados acadêmicos positivos e evitar o abandono escolar; o envolvimento emocional, que engloba reações positivas e negativas a professores, colegas de classe, acadêmicos e escolas e presume-se que cria laços com uma instituição e influencia a disposição para fazer o trabalho; e o engajamento cognitivo, que se baseia na ideia de investimento e incorpora a consideração e a vontade de exercer um esforço necessário para compreender ideias complexas e dominar habilidades difíceis.

Na pesquisa de Messias et al. (2015) procurou-se saber o nível de engajamento, a qualidade da interação e da colaboração para ajudar a definir estratégias para reduzir não só o número de desistências dos alunos em contextos *e-learning*, mas também para melhorar a qualidade da aprendizagem. Os autores acrescentam que existe uma relação que envolve o engajamento e a interação entre os alunos, a qual é confirmada quando citam autores que afirmam que a colaboração pode ser medida pela melhoria do volume e da qualidade do envolvimento dos alunos, a satisfação, o engajamento e a aprendizagem. As discussões em grupo, em ambientes de aprendizagem on-line com a participação colaborativa, aumentam não só a produtividade do grupo como também sua capacidade de pensar criticamente.

Os estudos que mostram esta relação entre o engajamento e o desempenho do aluno são importantes porque os sistemas e a ferramenta de *e-learning* atuais não contribuem para aumentar os níveis de engajamento, devido à interação pobre com os materiais de aprendizagem e à falta de capacitação docente e discente para o uso adequado dos recursos, o que diminui a interação social entre os sujeitos envolvidos (Capuano et al., 2013). Um LMS pode satisfazer a uma série de requisitos de aprendizagem, mas sua incapacidade de acomodar o lado social de aprendizagem é vista como uma desvantagem importante a ser mencionada (Whitty & Anane, 2014). No estudo de Goh et al. (2017) foi aplicado um questionário a 66 alunos, objetivando explorar o processo de aprendizagem e sua percepção em relação ao uso de um MOOC. Ao analisar as respostas dos estudantes, constatou-se que os facilitadores precisam treinar os alunos para usarem o MOOC, proporcionar designer interativo e possibilitar constantes feedbacks para melhorar o engajamento e o interesse dos alunos em utilizar o MOOC.

3 Método

Com o objetivo de analisar o engajamento em plataformas de aprendizagem on-line e de encontrar seus diferentes perfis, a metodologia deste trabalho foi dividida em duas fases: a de desenvolvimento de uma revisão sistemática, composta pela elaboração das questões de pesquisa, *string* de busca, extração e seleção dos artigos; e a da mineração dos dados educacionais, em que se apresentam a extração de dados na plataforma Moodle e as análises de algoritmos de agrupamento que serão aplicadas nestes dados.

3.1. Revisão sistemática

A revisão sistemática objetiva identificar, selecionar, avaliar, interpretar e sumarizar estudos disponíveis considerados relevantes para um tópico de pesquisa ou fenômeno de interesse (Felizardo et al., 2017). Esta pesquisa segue este mesmo objetivo para o fenômeno de interesse aqui abordado, que é o do engajamento. Depois de escolher o engajamento como fenômeno central do estudo, elaborou-se um protocolo, um plano predefinido em que é formalizado todo o processo para executar a revisão sistemática. O protocolo contém, entre outros itens, questões de pesquisa, estratégia de busca, critérios por meio dos quais os estudos serão avaliados para inclusão ou exclusão da revisão e estratégias para selecionar, extrair e sumarizar os dados (Felizardo et al., 2017). As etapas do protocolo desta pesquisa são mais bem detalhadas no fluxograma da Figura 1.

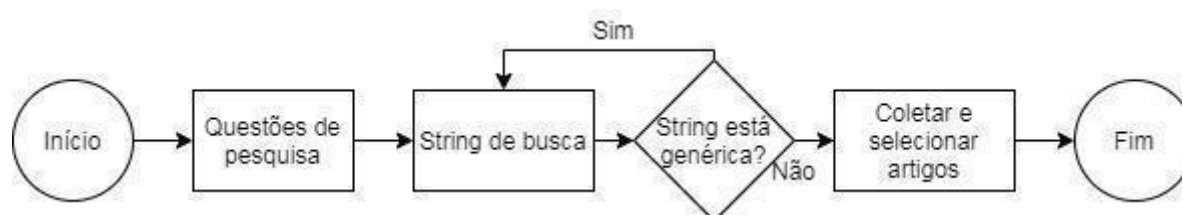


Figura 1: Etapas do protocolo da revisão sistemática.

Na primeira etapa do protocolo foram criadas as questões de pesquisa, que guiam toda a condução da revisão, razão por que sua elaboração é considerada a parte mais importante de qualquer revisão sistemática (Kitchenham & Charters, 2007, citados por Felizardo et al., 2017).

Tabela 1: Referente às questões de pergunta e os seus objetivos.

Questões de pesquisa		Objetivo
1	QP1. Menciona a relação entre interação dos estudantes e o engajamento?	Identificar a relação entre engajamento e interação.
2	QP2. Menciona como a plataforma estudada auxilia a interação entre os alunos?	Recursos que a plataforma possui para contribuir com a interação.
3	QP3. Quais metodologias educacionais são mais citadas nos trabalhos com engajamento?	Entender as metodologias educacionais mais usadas e a sua relação com o engajamento.
4	QP4. Quais técnicas de análise de dados foram utilizadas?	Verificar quais técnicas, ou conjunto delas, da área de mineração de dados e estatística, foram utilizadas.
5	QP5. Qual o tipo das pesquisas?	Verificar se são pesquisas qualitativas, quantitativas, ou híbridas.

A Tabela 1 mostra as cinco questões de pesquisas e os seus objetivos. Pode-se notar que as três primeiras questões foram voltadas para entender como o engajamento está relacionado com a interação dos estudantes, com as metodologias e as plataformas educacionais mencionadas. Logo, estas informações nos possibilitam conhecer o fenômeno desta pesquisa. Nas duas últimas questões podemos identificar as técnicas com os métodos que foram usados em outros estudos relacionados ao tema e que podem ser utilizados nesta pesquisa.

A segunda etapa foi a de elaboração da seguinte *string* de busca: “*emotional engagement*” OR “*social engagement*” OR “*emotional disengagement*” OR “*social disengagement*” AND “*student interaction*” OR “*communication students*” AND “LMS” OR “AVA” OR “Ambiente virtual de aprendizagem” OR “*learning management system*” OR “*e-learning*” OR “*Virtual learning environment*”, que foi aplicada nos seguintes repositórios de artigos científicos: *IEEEExplore*, *Science Direct* e *Springer*, que retornaram 47 artigos: 19 da *IEEE Explore*; 10 da *Science Direct*; e 18 da *Springer*.

Na terceira e última etapa foi feita a coleta dos artigos, nos quais foram aplicados os critérios de exclusão. Depois de ler o título e o resumo dos artigos, foram analisados os seguintes critérios de exclusão: artigos que não tratassem de plataformas LMS; que não estivessem inseridos no domínio “educacional”; que não abordassem o engajamento e nem a interação entre alunos, seja em plataformas LMS ou não. Assim, ao ler o título, as palavras-chaves e o resumo dos artigos, a fim de analisar se tinham dois ou mais critérios de exclusão, foram desclassificados vinte e um: 3 da *IEEEExplore*, 3 da *Science direct* e 15 da *Springer*. Assim, restaram 26 artigos para que, de acordo com a leitura completa, sejam respondidas as cinco questões de pesquisa.

3.2. Mineração de dados educacionais

A técnica de mineração de dados educacionais (EDM) desenvolve métodos para extrair conhecimento a partir da base de dados dos ambientes educacionais. A busca para encontrar os métodos e os procedimentos que aprimoram esta técnica vem crescendo, a fim de facilitar o aprendizado e melhorar o planejamento em relação à gestão do curso e às alternativas que podem ser usadas para superar os desafios e as dificuldades encontradas nas estruturas educacionais diversas (Ramos et al., 2016). Para aplicar a mineração de dados educacionais nesta pesquisa, foi necessário dividi-la em três fases: a da caracterização da pesquisa, a da aplicação de técnicas de análise de agrupamento, e a de descrição dos perfis de engajamento, como mostrado no fluxograma da Figura 2.



Figura 2: Fluxograma de etapas para a mineração de dados educacionais.

Na primeira fase foram escolhidas as variáveis relacionadas ao engajamento, as quais foram extraídas da base de dados. Para esta escolha, constatou-se que a maioria dos estudos relacionados ao nível de engajamento tem se pautado na medição da frequência ou na interação dos alunos. São exemplos disto: o estudo de Moubayed et al. (2018), que utilizaram variáveis como “notas do *quis*”, “número de *logins*” e “nota do curso” para medir o quão engajado está um aluno; e o estudo de Blanchette (2012), que concluiu que a interligação de mensagens é usada como um indicador de interação ou engajamento em discussões on-line.

Para atingir os objetivos deste estudo definimos oito variáveis avaliativas e três comportamentais: as avaliativas são compostas das notas de duas provas, quatro fóruns e duas

atividades em formato de webquests; as variáveis comportamentais definidas foram: a quantidade de mensagens enviadas, o acesso ao ambiente e o quadro de notas. Estas variáveis foram retiradas do banco de dados da plataforma Moodle de uma universidade e são referentes aos dados de seis mil quinhentos e vinte e sete alunos matriculados no Curso de Biologia, que cursaram quarenta e nove disciplinas ao longo de oito períodos letivos. Este curso foi escolhido por ter os dados completos em todos os períodos.

Na segunda fase, os dados obtidos da primeira metade do curso (composta pelos alunos do primeiro ao quarto período) e da segunda metade (alunos do quinto ao oitavo período) foram testados em dois algoritmos hierárquicos: o DBSCAN, um método de clusterização não paramétrico baseado em densidade; e o K-Means, que exige que o número de *clusters* seja estabelecido pelo usuário antes do processo. No final foi usada uma métrica de validação para saber qual algoritmo apresenta a melhor divisão dos grupos. Além disto, foi considerado o seu desempenho trabalhando com a base de dados.

Na terceira e última fase, a partir da análise resultante da aplicação dos algoritmos usando as variáveis avaliativas e comportamentais, foram encontrados grupos com comportamentos similares. Restaram três grupos que representam as categorias de engajamento, cujos alunos podem ser enquadrados de acordo com as representações no gráfico de densidade e no *box plots*, como: engajados, para os alunos que apresentam valores altos nas variáveis; medianos, os que têm valores centrais; e desengajados, os que têm valores baixos nas variáveis.

4 Estudos encontrados na literatura

Como referido na seção anterior, 26 artigos foram selecionados na revisão sistemática, os quais foram usados para responder às questões de pesquisa. No entanto, deste total apenas 21 estavam relacionados com as três primeiras questões de pesquisas que tratam do fenômeno aqui estudado, os demais estavam relacionados ao tema, mas não respondiam às questões. As outras duas questões, por serem mais técnicas, foram respondidas de acordo com 26 artigos. As respostas obtidas para estas questões serão discutidas nas próximas seções. Também serão discutidos os resultados dos dois algoritmos de clusterização.

4.1. Resultados e discussões da revisão sistemática

A Tabela 2 mostra os artigos encontrados na revisão sistemática, artigos cuja leitura completa possibilitou obter-se as respostas para as questões de pesquisas elaboradas no protocolo.

Tabela 2: Referente às questões de pergunta e aos artigos que as respondem.

Questão de Pergunta	Frequência	Autor
QP1. Menciona a relação entre interação dos estudantes e o engajamento?	8	Akbar et al. (2013); Messias et al. (2015); Ding et al. (2018); Banegas e Busleimán (2014); Whitty e Anane (2014); Krouska et al. (2017); Capuano et al. (2013); Bergdahl et al. (2019).
QP2. Menciona como a plataforma estudada auxilia a interação entre os alunos?	9	Shraim (2013); Heo et al. (2010); Lazareva (2015); Goh et al. (2017); Capuano et al. (2013); Barua et al. (2018); Zainuddin (2018); Doumanis et al. (2019); Abu-Dawood (2016); Oyelere e Suhonen (2016).

QP3. Quais metodologias educacionais são mais citadas nos trabalhos com engajamento?	8	Refat et al. (2019); Chuang et al. (2010); Capuano et al. (2013); Blanchette (2012); Whitty e Anane (2014); Messias et al. (2015); Heo et al. (2010), Zainuddin (2018).
QP4. Quais técnicas de análise de dados foram utilizadas?	Mineração de dados 9	Halawa et al. (2015); Lazareva (2015); Messias et al. (2015); Banegas e Busleimán (2014); Ding et al. (2018); Heo et al. (2010); Ramirez-Arellano (2019); Bergdahl et al. (2019); Malczewska-webb et al. (2016).
	Estatística 5	Barua et al. (2018); Oyelere e Suhonen (2016); Blanchette (2012); Sobaih et al. (2016); Zainuddin (2018).
	Revisão de estudos 3	Abu-dawood (2016); Souza-Concilio e Pacheco (2013); Malczewska-webb et al. (2016).
	Experimento 9	Akbar et al. (2013); Capuano et al. (2013); Chuang et al. (2010); Feidakis et al. (2013); Goh et al. (2017), Shraim (2013); Sypsas et al. (2015); Doumanis et al. (2019); Vigentini et al. (2016).
	Análise comparativa 1	Krouska et al. (2017).
QP5. Qual o tipo das pesquisas?	Quantitativa 6	Oyelere e Suhonen (2016); Ding et al. (2018); Ramirez-Arellano (2019); Vigentini et al. (2016); Halawa et al. (2015); Sobaih et al. (2016).
	Qualitativa 12	Abu-dawood (2016); Capuano et al. (2013); Chuang et al. (2010); Alkabbany et al. (2019); Krouska et al. (2017); Shraim (2013); Souza-Concilio e Pacheco (2013); Sypsas et al. (2015); Doumanis et al. (2019); Heo et al. (2010); Pellas (2014); Feidakis et al. (2013).
	Híbrida 8	Lazareva (2015); Messias et al. (2015); Banegas e Busleimán (2014); Blanchette (2012); Zainuddin (2018); Bergdahl et al. (2019); Malczewska-webb et al. (2016); Goh et al. (2017).

- *QP1 Quais fatores estão relacionados à interação social e ao engajamento?*

Dos artigos analisados, oito mostraram que a interação entre os alunos é essencial porque lhes proporciona maior engajamento. Tendo como exemplos os trabalhos de: Capuano et al. (2013), ao afirmar que uma interação pobre contribui para a falta de engajamento; Krouska et al. (2017), que diz que a aprendizagem é alcançada através da interação e do conteúdo gerado pelo usuário.

Além disto, existe uma ligação entre o engajamento e a interação com fatores como: a motivação, o pensamento crítico, o desempenho, a produtividade e a experiência na aprendizagem.

A interação e o engajamento estão associados à motivação, como mostra a pesquisa de Whitty et al. (2014), que menciona a interação social como um ingrediente-chave na motivação. Corroborando, o estudo de Banegas e Busleimán (2014) diz que a aprendizagem colaborativa e a interação são fatores de motivação. A pesquisa de Akbar et al. (2013) também sustenta que a interação social melhora a motivação dos alunos no uso de e-learning.

Além disto, referente ao pensamento crítico e à produtividade, estudos como o de Messias et al. (2015) mostram que o fator de destaque em ambientes de aprendizagem on-line são as discussões em grupo e a participação colaborativa que aumenta não só a produtividade do grupo, como também a capacidade dos indivíduos de pensarem criticamente. Para Ding et al. (2018), a discussão on-line auxilia a construir uma comunidade de aprendizagem que facilita a partilha de conhecimentos e encoraja o pensamento de alto nível.

• *QP2 Como a plataforma estudada auxilia a interação entre os alunos?*

Como vimos na QP1, a colaboração é importante devido à sua relação com o engajamento. Por isso, é essencial que as plataformas possuam recursos disponíveis para auxiliar na interação social. Logo, com a pergunta acima procuramos identificar como acontece a interação nas plataformas mencionadas nos artigos analisados. Oyelere e Suhonen (2016) mencionam o acesso a qualquer hora e em qualquer lugar como motivo de satisfação dos alunos. Já Abu-Dawood (2016) identifica que o uso da gamificação pode criar aprendizagem social que incorpora mecanismos para melhorar as motivações cognitivas e sociais, aperfeiçoando o curso. Reforçando, Doumanis et al. (2019) mencionam que através de elementos do jogo, como personagens e competições, existe uma contribuição para a comunicação entre os alunos. Outro exemplo disto é o estudo de Zainuddin (2018), onde o uso de avatares personalizados permite que os alunos explorem o ambiente e se comuniquem com outros participantes.

Outro recurso importante é o designer das plataformas, segundo Barua et al. (2018), o designer inadequado do conteúdo do curso resulta em baixos níveis de engajamento em estudantes. Corroborando, Capuano et al. (2013) afirmam que as questões que contribuem para a falta de engajamento podem ser vistas em materiais de aprendizagem sem desafios.

Outros modos como as plataformas formais auxiliam a interação entre os alunos são por meio de: sessões de comentários gerais ou específicos de uma atividade, que geram envolvimento na plataforma (Goh et al., 2017); tópicos de discussão que deixam os alunos mais engajados (Lazareva, 2015); envio de mensagem (Heo et al., 2010). Já as plataformas informais, como as redes sociais, proporcionam a criação de grupos e o compartilhamento de vídeos e imagens incentivando novas entradas para discussão e promovendo o pensamento crítico, permitindo que os alunos possam refletir sobre os conceitos, e até mesmo incentivando os alunos tímidos para expressarem suas ideias livremente (Shraim, 2013).

• *QP3 Quais as metodologias educacionais mais citadas nos trabalhos com engajamento?*

Esta pergunta tem o intuito de identificar quais metodologias educacionais são usadas em estudos que têm como foco o engajamento. A metodologia comportamentalista mostra que devem ser utilizados estímulos e reforços adequados para condicionar o comportamento do aluno, tendo como exemplo o feedback, onde os alunos se sentem importantes ao recebê-lo, apresentando-o como essencial para manter a confiança nos alunos e sua atuação como reforço para o sucesso e para ampliar a capacidade de aprender (Refat et al., 2019). Consolidando esta importância, segundo o estudo de Chuang et al. (2010), de acordo com a emoção dos alunos, ele receberá um feedback, onde o aluno que se sinta frustrado receberá um feedback para incentivá-lo e persuadi-

lo. Além de frustração, se o aluno está entediado ou ansioso recebe um feedback com humor para fazê-lo relaxar e reduzir o tédio.

A metodologia montessoriana é um processo de dentro para fora que visa o ritmo e interesse do aluno. Em Capuano et al. (2013), alguns recursos da plataforma usada em seus estudos são definidos de acordo com estratégias de estilo de aprendizagem, e são baseados na ideia de que a aprendizagem mais eficaz ocorre quando as atividades de aprendizagem de perto correspondem ao estilo de aprendizagem preferido dos alunos. No estudo de Blanchette (2012) é mencionado que a maioria dos sistemas de gestão de aprendizagem (LMS) permitem que os usuários classifiquem as mensagens de acordo com a linha de assunto ou segmento, de modo a compensar o formato não-linear em que um número de diferentes temas podem ser discutidos simultaneamente.

Sobre as metodologias construtiva e freinet, pode-se dizer que têm pontos em comum, pois, as duas teorias fogem dos métodos tradicionais de ensino, visto que em ambas metodologias o aluno constrói seu próprio conhecimento. Diante desta afirmação, existem alguns estudos que mostram esta importância, como o estudo de Whitty e Anane (2014) que afirma que a disposição dos estudantes para assumir a responsabilidade do seu aprendizado e o envolvimento em atividades colaborativas proporcionam que as informações e o conhecimento sejam transmitidos sem inibição ou apreensão; o estudo de Messias et al. (2015), onde as discussões que ocorrem em grupo, nos ambientes de aprendizagem on-line, aumentam não só a produtividade, como também a capacidade de pensar criticamente; corroborando com estas ideias, em Heo et al. (2010), a construção social do conhecimento é vista como um papel importante na obtenção de resultados bem-sucedidos. Além disto, Zainuddin (2018) menciona que a sala de aula invertida tem recebido muita atenção de pesquisa e fornece inúmeros impactos positivos na aprendizagem dos alunos, como desempenho de aprendizagem dos alunos, motivação, engajamento e interação.

- *QP4 Quais as técnicas de análise de dados foram utilizadas?*

Este questionamento é importante para se ter uma visão geral de quais estratégias são mais utilizadas nas pesquisas que têm o contexto semelhante a esta. Os resultados trazem um total de cinco técnicas distintas. As mais utilizadas são os experimentos, que servem para analisar como os estudantes usam determinadas plataformas. Como exemplo disto, em Feidakis et al. (2013), os alunos experimentaram uma plataforma que captura as suas emoções.

A segunda mais utilizada é a mineração de dados, tendo como exemplos: o estudo de Messias et al. (2015), que utilizaram a análise de redes sociais a fim de entender o engajamento que ocorre entre as LMS e as redes sociais; e Halawa (2015), que utilizou modelos de classificação (a classificação é uma forma onde o computador recebe dados rotulados e é convidado a aprender a relação entre os dados e os rótulos) para analisar os dados extraídos da plataforma *Moodle* e do *Facebook*.

Outra técnica utilizada foi a de estatística – um exemplo é o estudo de Bergdahl et al. (2019), onde usaram a análise estatística (que tem o objetivo de analisar amostras e usar métodos estatísticos para encontrar informações relevantes) para medir o engajamento/desengajamento e o grau de competência digital dos alunos. Além disso, também foram encontradas pesquisas que fizeram revisões sistemáticas e análise comparativa.

- *QP5 Qual o tipo de pesquisa?*

Os estudos analisados na revisão sistemática visam entender a motivação, o engajamento e as interações dos alunos do ensino básico, da graduação e da pós-graduação. A importância de entender estes diferentes perfis de alunos é que cada um tem particularidades em relação às dificuldades para se manter no curso. Para chegar a estas conclusões, os estudos utilizaram os métodos quantitativo, qualitativo ou híbrido (quantitativos e qualitativos) nos estudos.

O método qualitativo, sendo o mais utilizado nos estudos, envolve as entrevistas e as informações de um modo mais subjetivo. Em Shraim (2013), este método foi usado para mostrar a capacidade tecnológica do Facebook em fornecer um apoio valioso para a mudança pedagógica. Além deste estudo, mais onze utilizaram esta técnica.

Já o método híbrido, que é a adoção dos dois métodos, foi o segundo mais utilizado. Um dos estudos que o utilizou foi o de Ding (2018), cuja técnica quantitativa foi destinada a ilustrar as mudanças no engajamento dos estudantes em discussões on-line em todo o semestre, e a técnica qualitativa objetivou triangular e complementar os dados quantitativos.

O método quantitativo, que foi o menos utilizado, é usado para buscar informações em banco de dados, questionários diretos e autorrelatos. Este método foi usado em seis estudos, tendo como exemplo o de Oyelere e Suhonen (2016), que compartilharam um questionário em seis universidades da Nigéria para determinar as experiências com *m-learning* dos alunos, assim como a motivação, o interesse e a identificação dos fatores que estão limitando a adoção do *m-learning*.

5 Resultados e discussões sobre o processo de mineração

5.1. Público-alvo da pesquisa

No final da revisão sistemática restaram 26 artigos que foram lidos completamente. Nesta leitura foi possível entender bem mais o tema desta pesquisa por meio das três primeiras questões de pesquisa. A resposta da primeira pergunta mostrou a relação entre interação e engajamento e foi mencionada em oito artigos, tendo como exemplo o de Messias et al. (2015) que afirma que as participações colaborativas auxiliam na produtividade e no pensamento crítico. A resposta da segunda pergunta foi encontrada em nove artigos e mostra como as plataformas estudadas auxiliam na interação entre os alunos; exemplo disto é Doumanis et al. (2019), onde em seus estudos perceberam que elementos do jogo contribuem com a comunicação. Logo, a resposta para a terceira pergunta identificou quatro metodologias educacionais que foram citadas em oito artigos: a metodologia comportamentalista mostra a importância de utilizar estímulos e reforços, como no estudo de Chuang et al. (2010), onde os alunos recebem o *feedback*; a metodologia montessoriana, que visa o interesse do aluno, como mostra em Capuano et al. (2013), onde os recursos da plataforma são adaptados conforme o aluno; as metodologias construtiva e freinet, onde o aluno têm que construir seu conhecimento, como em Zainuddin (2018), onde cita os benefícios da sala de aula invertida.

Ademais, foram encontradas respostas para as duas últimas perguntas que tratavam de técnicas sobre os artigos analisados, onde foi possível identificar que as técnicas mais usadas eram a mineração de dados e estudos de experimentos. Logo, também se identificou que o método mais utilizado é o qualitativo que foi usado em doze estudos.

No final da revisão sistemática restaram 26 artigos que foram lidos completamente. Nesta leitura foi possível entender bem mais o tema desta pesquisa e identificar as técnicas que foram usadas nos estudos. Logo, foram obtidos alguns resultados sobre o engajamento, como por exemplo: a adoção em pesquisas que analisam o desempenho dos alunos; a ligação com fatores emocionais, cognitivos e comportamentais e a interação entre os alunos e sua importância para melhorar um sistema de *e-learning*. Em relação ao uso de técnicas, observou-se que com a mineração de dados educacionais, as instituições de ensino poderão explorar, visualizar e analisar grandes quantidades de dados, a fim de revelar padrões valiosos em comportamentos de aprendizagem dos alunos.

De maneira geral, concluiu-se que em muitos estudos o engajamento aparece juntamente com as técnicas de mineração de dados educacionais. Por meio desta relação pode-se descobrir perfis

com particularidades para que a coordenação ou os professores possam promover ajustes no curso, a fim de estimular o trabalho colaborativo, evitar reprovações e aumentar o nível de concluintes. Assim, este estudo teve como público-alvo a comunidade acadêmica, especialmente as instituições de ensino e os professores que desejam entender o perfil dos alunos com o objetivo de aplicar melhorias nos cursos para diminuir o número de evasões.

5.2. Técnicas de análise dos dados

Nesta pesquisa foram analisados os *clusters* (agrupamentos). Esta técnica é uma das tarefas de mineração de dados, cujo objetivo é de agrupar os dados de tal forma que as características do grupo (denominado *cluster*) são mais semelhantes entre si do que com outros grupos (Ramos et al., 2016). Durante a realização do experimento foram utilizadas duas formas de analisar o agrupamento: a hierárquica e a não hierárquica. A hierárquica é uma série de sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos que são agregados ou desagregados visando construir uma hierarquia de *clusters*. A não hierárquica divide o conjunto de observações de uma base de dados em um número predefinido de subconjuntos disjuntos e procura iterativamente o melhor particionamento até atingir uma condição de parada (Ramos et al., 2016).

A escolha dos dois algoritmos usados se deu porque o K-Means é o algoritmo não hierárquico mais usado Ramos et al. (2016) e o DBSCAN é o algoritmo de cluster mais conhecido (Ohadi et al., 2020). O DBSCAN pode ser usado para identificar clusters de qualquer forma em um conjunto de dados contendo ruído e *outliers*. A ideia básica por trás da abordagem de agrupamento com base na densidade é derivada de um método de agrupamento intuitivo (Kassambara, 2017). Além do mais, ele é indicado para uma grande quantidade de dados, assim como o algoritmo não hierárquico, K-means, que quando comparado com o método hierárquico é mais vantajoso nas aplicações que envolvem grande número de conjuntos, pois, o dendrograma não é necessário (Ramos et al., 2016). No entanto, no K-Means há a necessidade de o usuário estabelecer o número de clusters antes do processo, para isso, neste estudo foi usado o método elbow, que testa a variância dos dados em relação ao número de clusters.

Como já foi dito, os dados desta pesquisa foram divididos em duas partes onde foram usados o DBSCAN e o K-Means, cujos resultados dos grupos formados por eles constam na Tabela 3.

Tabela 3: Referente aos grupos formados por cada algoritmo.

Nº. de instâncias	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
DBSCAN (1ª. Parte)	2294	23	881	919	655	84
DBSCAN (2ª. Parte)	362	24	521	614	18	39
K-Means (1ª. Parte)	1827	945	2137	-	-	-
K-Means (2ª. Parte)	403	787	428	-	-	-

As análises dos resultados mostrados na Tabela 3 indicam os grupos formados pelos algoritmos K-Means e DBSCAN. Um grupo é composto por alunos que possuem características comuns entre eles e diferente dos alunos de outros grupos. O K-Means resultou na formação de três grupos com uma divisão balanceada entre eles. No entanto, no DBSCAN foram formados seis grupos com uma divisão desequilibrada entre eles, onde existem grupos com milhares de alunos, e outros com apenas dezenas.

Mesmo assim, para confirmar que o K-Means realmente tem o melhor particionamento foi necessário utilizar uma métrica de validação, porque as validações podem informar o quanto o agrupamento está bem formado. Exemplo disto é a largura de silhueta que analisa os grupos em que os elementos estão próximos entre si e distantes de elementos que estão em outros grupos. Na largura de silhueta são considerados valores no intervalo de $[-1,1]$, e quanto mais próximo a 1, melhor é o agrupamento. Os valores encontrados da largura de silhueta para o algoritmo DBSCAN e o K-Means, respectivamente, foram de 0.10 e 0.55 na primeira parte, e de 0.17 e 0.50 na segunda. Então, ao comparar os agrupamentos formados por estes algoritmos, o K-Means demonstrou ter os melhores resultados.

Os algoritmos foram utilizados para 6.527 alunos (cada aluno foi considerado uma entidade única por disciplina) de 49 disciplinas diferentes, com média de sessenta alunos e desvio-padrão de setenta ao longo de oito períodos. As oito variáveis avaliativas analisadas no K-Means resultaram, para as duas fases do curso, em três perfis de engajamento (desengajado, mediano e engajado).

A Tabela 4 apresenta, para a primeira metade e para a segunda metade do curso, os três perfis de grupo e o quantitativo de alunos que compõem cada um. Além disto, é apresentada a média de cada grupo para cada uma das oito variáveis. Pode-se notar que o grupo engajado obteve médias superiores tanto na primeira quanto na segunda metade para as variáveis, exceto para a primeira atividade webquest na primeira metade, onde o grupo mediano foi que apresentou melhor média. Já o grupo desengajado obteve para todas as variáveis valores inferiores em relação aos demais grupos.

Tabela 4: Tabela referente à descritiva das médias para as duas fases do curso.

Características dos alunos			Provas		Fóruns				Atividades WQ	
Fase do curso	Grupo	Total	I	II	I	II	III	IV	I	II
Primeira metade	Desengajado	1827 (37,21%)	1,39	1,09	0,74	0,35	0,29	0,38	0,24	0,3
	Mediano	945 (18,93%)	6,46	0,58	7,11	7,19	1,86	0,42	3,74	0,22
	Engajado	2137 (42,82%)	5,63	5,50	7,95	7,82	8,26	8,27	2,71	4,20
Segunda metade	Desengajado	428 (26,45%)	0,29 1	0,46 8	0,58	0,47	0,10	0,13	0,22	0,11
	Mediano	403 (24,90%)	6,73	6,26	5,79	5,47	4,95	4,37	1,76	1,52
	Engajado	787 (48,64%)	6,63	7,76	7,23	7,60	8,05	8,12	4,53	5,13

Após formar os três grupos pelo algoritmo K-Means foi possível montar uma análise gráfica que mostra o comportamento destes nas duas metades do curso. Para isso, as informações dos alunos, como as notas das oito variáveis avaliativas, os valores das seis variáveis comportamentais e a que grupo pertencia, foram usadas para formar os gráficos abaixo.

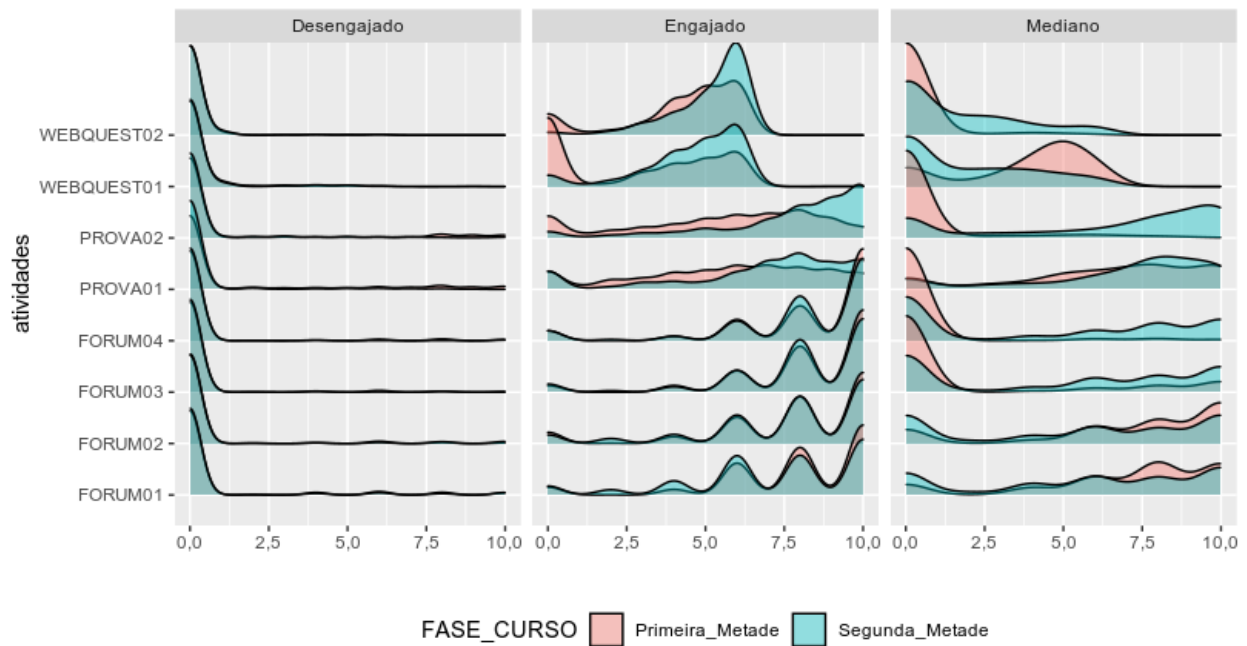


Figura 3: Análise da gráfica das variáveis e dos perfis de engajamento.

A Figura 3 mostra que existem três perfis de engajamento: o engajado, o mediano e o desengajado. O grupo engajado nas duas metades do curso foi o que mais se destacou, porquanto apresentou picos nas notas mais altas das médias de provas, de fóruns e de webquest. Por isso, pode ser considerado o grupo de alunos com as melhores notas, embora, na primeira metade, a webquest 1 apresenta um pico nas notas baixas. O grupo mediano apresentou constantes variações com picos em notas baixas, médias e altas, no entanto, a primeira metade apresentou mais notas baixas em comparação com a segunda metade do curso. Pode ser considerado o grupo que tem alunos com grande variedade de notas. O grupo desengajado foi considerado o pior dos três, com pico nas notas próximas a zero, em todas as variáveis, para as duas metades do curso. Isto significa que os alunos pertencentes a este grupo têm baixo desempenho.

Para se ter uma ideia do comportamento dos grupos nas variáveis comportamentais, foi necessário observar a variabilidade dos dados em torno da Mediana. Utilizamos o *box plot* como medida gráfica para plotar a medida de tendência central e a variabilidade dos dados e avaliar a existência de *outliers* (valores extremamente altos ou baixos) das três variáveis comportamentais: quantidade de mensagens enviadas no ambiente, visualização do quadro de notas, e acesso ao ambiente em dois momentos diferentes, na primeira e na segunda partes do curso.

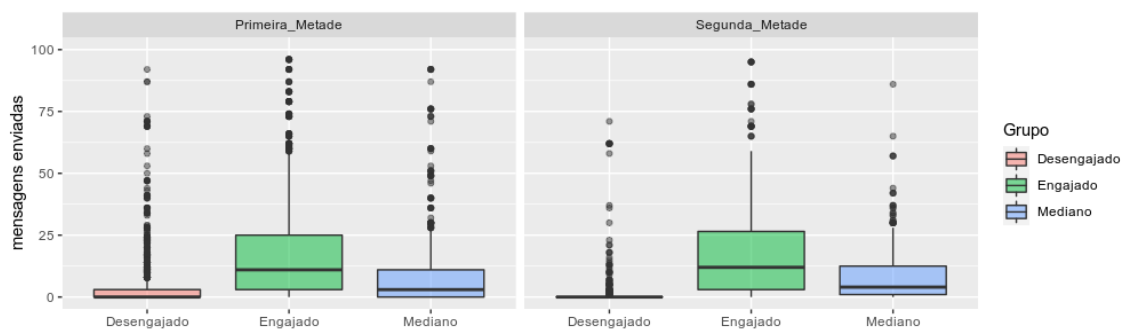


Figura 4: *Box plot* referente à variável mensagens enviadas.

Na Figura 4, o grupo desengajado nas duas metades do curso mostrou ser o com a pior quantidade de mensagens enviadas, porque é o com a mediana menor dentre eles, com mais outliers (valores discrepantes). O grupo engajado tem a mediana superior dentre os grupos nos dois momentos, mostrando que é o que mais envia mensagens. Na segunda metade, o grupo mediano, graficamente, tem semelhanças com o grupo mediano da primeira metade e sua mediana está entre a dos outros grupos mostrando que tem valores centrais.

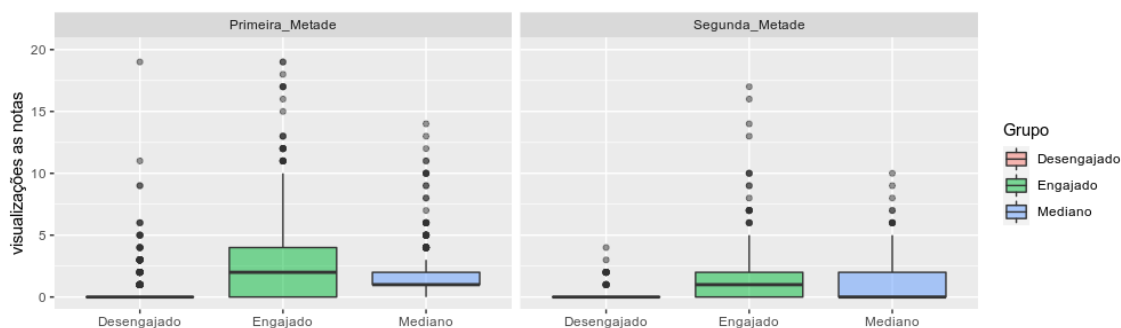


Figura 5: Box plot referente à quantidade de visualizações no quadro.

De acordo com a Figura 5, o grupo desengajado nos dois momentos é o que menos visualiza o quadro e tem mediana perto de zero e pouca variabilidade, embora a existência de *outliers* diminua no segundo momento. O grupo engajado é o que tem a maior mediana nos dois momentos, no entanto, a variabilidade diminui no segundo. Por outro lado, o grupo mediano apresenta mais variabilidade no segundo momento.

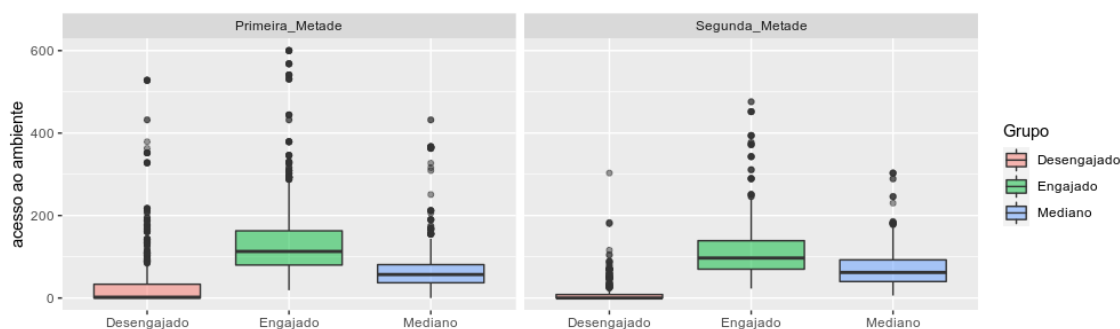


Figura 6: Box plot referente à variável acesso ao ambiente.

Na Figura 6, o grupo desengajado nos dois momentos foi o que teve menos acesso ao ambiente, apresentou mediana em zero e existência de outliers. O grupo engajado foi o que mais teve acesso ao ambiente, mais variabilidade e mediana superior. O grupo mediano, nos dois momentos, apresentou mediana entre os outros grupos e no segundo momento, um pouco mais de variabilidade e menos *outliers*.

6 Implicações educacionais

Esta pesquisa buscou mostrar que o engajamento e a interação são importantes ferramentas para evitar a evasão na escola e estudá-los pode ajudar professores, alunos e instituições. De acordo com Altuwairqi et al. (2018), é importante estudar o engajamento, que está diretamente relacionado ao comportamento do estudante ao longo do curso, porque detectar o engajamento do aluno é uma chave importante para melhorar um sistema de *e-learning*. Segundo Moubayed (2018), uma conexão forte entre o engajamento e o desempenho nos leva a observar que os

professores precisam atentar mais para este fenômeno. Em seu estudo, Oliveira et al. (2019) afirmam que, geralmente, ao procurar 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 que forma isto poderia ajudar aos que não estão com notas boas.

Ademais, pode-se notar a importância dos recursos das plataformas formais para ajudar na interação entre os alunos de acordo com alguns estudos, como: o uso dos jogos em Zainuddin (2018); o *designer* da plataforma e do conteúdo em Barua et al. (2018); sessões de comentários em Goh et al. (2017); tópicos de discussão em Lazareva (2015); e o envio de mensagem em Heo et al. (2010). Outro ponto importante são as quatro metodologias educacionais como: comportamentalista, que mostra a importância de usar meios para incentivar os alunos; montessoriana, onde o ensino é formulado de acordo com o aluno; construtiva e freinet, nas quais o aluno constrói o próprio conhecimento, onde em oito artigos podemos ver o seu uso e a sua relevância para aumentar o engajamento do aluno.

Ao analisar as técnicas e o tipo que as pesquisas mais utilizaram, pode-se notar que a mineração de dados, o estudo de experimentos e o tipo qualitativo são os mais adotados em estudos que abordam o engajamento e a interação social. Então, estas técnicas podem ser utilizadas para descobrir fatores que estão ligados ao engajamento do aluno. Logo, nesta pesquisa, ao utilizar-se a revisão sistemática e a aplicação da técnica de mineração de dados, consegue-se revelar fatores importantes sobre o fenômeno do estudo.

Dado que o engajamento é de extrema importância para os discentes e os docentes, este trabalho visou contribuir com o cenário educacional ao identificar as pesquisas que mostram a relevância do engajamento e os diferentes perfis de engajamento que existem em cursos on-line, visto que estas informações podem ser usadas para optar por mudanças na metodologia do curso.

7 Considerações finais

O engajamento tem se revelado mais eficaz para a análise do desempenho dos alunos do que somente a taxa de conclusão. Pesquisas apontam que o engajamento, combinado com a interação entre os estudantes, tem um grande potencial para melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes e reduzir a evasão escolar.

A motivação para este trabalho foi o desafio referenciado acima. Considerando o número crescente de estudos que abordam o engajamento, o objetivo deste estudo foi de analisar o engajamento e sua relação com a interação e com o desempenho acadêmico dos alunos, e por fim, encontrar diferentes perfis de engajamento para que as instituições possam tomar medidas para prevenir a evasão.

Na seção 4 foram discutidos os resultados da revisão sistemática e da mineração de dados educacionais. Na revisão sistemática foi possível encontrar estudos que mostraram o quanto é importante analisar o engajamento dos estudantes ao longo do curso. Devido à importância do engajamento, foram usadas técnicas de mineração de dados educacionais com análise de agrupamento, que resultaram em três diferentes perfis de engajamento: o engajado, o mediano e o desengajado.

Tendo em vista as técnicas usadas na mineração de dados educacionais que encontraram diferentes perfis de engajamento, em trabalhos futuros, pretende-se aplicá-las em outros cursos e adotar medidas para melhorá-las.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ pelo apoio financeiro. Também agradecem a Universidade Federal Rural de Pernambuco e a Universidade do Vale do São Francisco e ao Laboratório de Evidências Analíticas em Tecnologias Educacionais (Evante).

Referências

- Abu-dawood, S. (2016). The Cognitive And Social Motivational Affordances Of Gamification In E-learning Environment. *2016 Ieee 16th International Conference On Advanced Learning Technologies (icalt)*. doi: [10.1109 / ICALT.2016.126](https://doi.org/10.1109/ICALT.2016.126) [GS Search]
- Akbar, H. A., Purwarianti, A., & Zubir, H. Y. (2013). Development of e-learning with social network. *2013. Joint International Conference on Rural Information & Communication Technology and Electric-Vehicle Technology (RICT & ICeV-T)*. doi:[10.1109/riict-icevt.2013.6741558](https://doi.org/10.1109/riict-icevt.2013.6741558) [GS Search]
- Alkabbany, I., Ali, A., Farag, A., Bennett, I., Ghanoum, M., & Farag, A. (2019). Measuring student engagement level using facial information. *2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. doi:[10.1109/icip.2019.8803590](https://doi.org/10.1109/icip.2019.8803590) [GS Search]
- Altuwairqi, K., Jarraya, S. K., Allinjawi, A., & Hammami, M. (2018). A new emotion-based affective model to detect student's engagement. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. doi:[10.1016/j.jksuci.2018.12.008](https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.12.008) [GS Search]
- Banegas, D. L., & Busleimán, G. I. M. (2014). Motivating factors in online language teacher education in southern Argentina. *Computers & Education*, 76, 131-142. doi:[10.1016/j.compedu.2014.03.014](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.03.014) [GS Search]
- Barua, P. D., Zhou, X., Gururajan, R., & Chan, K. C. (2018). Determination of Factors Influencing Student Engagement Using a Learning Management System in a Tertiary Setting. *2018 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI)*. doi:[10.1109/wi.2018.00-30](https://doi.org/10.1109/wi.2018.00-30) [GS Search]
- Bergdahl, N., Nouri, J., & Fors, U. (2019). Disengagement, engagement and digital skills in technology-enhanced learning. *Education and Information Technologies*, 25(2), 957–983. doi:[10.1007/s10639-019-09998-w](https://doi.org/10.1007/s10639-019-09998-w) [GS Search]
- Blanchette, J. (2012). Participant interaction in asynchronous learning environments: evaluating interaction analysis methods. *Linguistics and Education*, 23(1), 77–87. doi:[10.1016/j.linged.2011.02.007](https://doi.org/10.1016/j.linged.2011.02.007) [GS Search]
- Capuano, N., Mangione, G. R., Pierri, A., & Lin, E. (2013). Engaging e-learning for Risk Management: the ALICE Experience in Italian Schools. *2013 Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*. doi:[10.1109/cisis.2013.67](https://doi.org/10.1109/cisis.2013.67) [GS Search]
- Chuang, H., Wang, C., Chen, G., Liu, C., Liu, B. (2010). Design And Evaluation Of An Affective Interface Of The E-learning Systems. *2010 10th Ieee International Conference On Advanced Learning Technologies*. doi: [10.1109 / ICALT.2010.62](https://doi.org/10.1109 / ICALT.2010.62) [GS Search]
- Ding, L., Kim, C., & Orey, M. (2017). Studies of student engagement in gamified online discussions. *Computers & Education*, 115, 126–142. doi:[10.1016/j.compedu.2017.06.016](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.016) [GS Search]

- Doumanis, I., Economou, D., Sim, G. R., & Porter, S. (2019). The impact of multimodal collaborative virtual environments on learning: A gamified online debate. *Computers & Education, 130*, 121–138. doi:[10.1016/j.compedu.2018.09.017](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.017) [GS Search]
- Feidakis, M., Daradoumis, T., Caballe, S., & Conesa, J. (2013). Measuring the Impact of Emotion Awareness on e-learning Situations. *2013 Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*. doi:[10.1109/cisis.2013.71](https://doi.org/10.1109/cisis.2013.71) [GS Search]
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59-109. doi:[10.3102/00346543074001059](https://doi.org/10.3102/00346543074001059) [GS Search]
- Goh, W., Ayub, E., Wong, S. Y., & Lim, C. L. (2017). The importance of teacher's presence and engagement in MOOC learning environment: A case study. *2017 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*. doi:[10.1109/ic3e.2017.8409250](https://doi.org/10.1109/ic3e.2017.8409250) [GS Search]
- Halawa, M. S., Shehab, M. E., & Hamed, E. M. R. (2015) Predicting student personality based on a data-driven model from student behavior on LMS and social networks. *2015 Fifth International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC)*. doi:[10.1109/ICDIPC.2015.7323044](https://doi.org/10.1109/ICDIPC.2015.7323044) [GS Search]
- Haron, H., Aziz, N. H. N., & Harun, A. (2017). A Conceptual Model Participatory Engagement Within E-learning Community. *Procedia Computer Science, 116*, 242–250. doi:[10.1016/j.procs.2017.10.046](https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.10.046) [GS Search]
- Heo, H.; Lim, K. Y.; Kim, Y. (2010). Exploratory study on the patterns of online interaction and knowledge co-construction in project-based learning. *Computers & Education, 55*(3), 1383–1392. doi:[10.1016/j.compedu.2010.06.012](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.012) [GS Search]
- Kassambara, A. (2017). Practical Guide To Principal Component Methods in R. STHDA. [GS Search]
- Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2017). Social networks as a learning environment: Developed applications and comparative analysis. *2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*. doi:[10.1109/iisa.2017.8316430](https://doi.org/10.1109/iisa.2017.8316430) [GS Search]
- Lazareva, A. (2015). Promoting collaborative interactions in a learning management system. *2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*. doi:[10.1109/icl.2015.7318066](https://doi.org/10.1109/icl.2015.7318066) [GS Search]
- Malczewska-webb, B., Vallerio, A., King, C. P., & Simon, H. (2016). Breaking Down The Barriers Of Online Teaching: Training Tesol Teachers In A Virtual Environment. *Second Language Learning And Teaching Researching Second Language Learning And Teaching From A Psycholinguistic Perspective, 237–258*. doi: [10.1007/978-3-319-31954-4_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31954-4_16) [GS Search]
- Messias, I., Morgado, L., & Barbas, M. (2015). Students' engagement in Distance Learning: creating a scenario with LMS and social network aggregation. *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*. doi:[10.1109/siie.2015.7451646](https://doi.org/10.1109/siie.2015.7451646) [GS Search]
- Moubayed, A., Injadat, M., Shami, A., & Lutfiyya, H. (2018). Relationship between student engagement and performance in e-learning environment using association rules. *2018 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)*. doi:[10.1109/edunine.2018.8451005](https://doi.org/10.1109/edunine.2018.8451005) [GS Search]
- Oliveira, P. L. S. D., Souza, A. J. D., & Rodrigues, R. (2019). Identificação de pesquisas referentes ao engajamento de alunos em plataformas de LMS e suas relações com o desempenho

- acadêmico. *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)*. doi:[10.5753/cbie.sbie.2019.1631](https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.1631) [GS Search]
- Oyelere, S. S., & Suhonen, J. (2016). Design and Implementation of Mobile Edu M-learning Application for Computing Education in Nigeria: a Design Research Approach. *2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE)*. doi:[10.1109/latice.2016.3](https://doi.org/10.1109/latice.2016.3) [GS Search]
- Pellas, N. (2014). Bolstering the Quality and Integrity of Online Collaborative University- Level Courses via an Open Sim Standalone Server in Conjunction with Sloodle. *Education and Information Technologies*, 21(5), 1007–1032. doi:[10.1007/s10639-014-9365-1](https://doi.org/10.1007/s10639-014-9365-1) [GS Search]
- Ramirez-Arellano, A. (2019). Students Learning Pathways in Higher Blended Education: An Analysis of Complex Networks Perspective. *Computers & Education*, 141, 103634. doi:[10.1016/j.compedu.2019.103634](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103634) [GS Search]
- Ramos, J. L. C., Silva, R. E. D. E., Silva, J. C. S., Rodrigues, R. L., & Gomes, A. S. (2016). A Comparative Study between Clustering Methods in Educational Data Mining. *IEEE Latin America Transactions*, 14(8), 3755-3761. doi:[10.1109/tla.2016.7786360](https://doi.org/10.1109/tla.2016.7786360) [GS Search]
- Refat, N., Rahman, M. A., Asyhari, A. T., Kurniawan, I. F., Bhuiyan, M. Z. A., & Kassim, H. (2019). Interactive Learning Experience-Driven Smart Communications Networks for Cognitive Load Management in Grammar Learning Context. *IEEE Access*, 7, 64545–64557. doi:[10.1109/access.2019.2915174](https://doi.org/10.1109/access.2019.2915174) [GS Search]
- Rodrigues, R., Ramos, J., Silva, J., & Gomes, A. (2016). Discovery engagement patterns MOOCs through cluster analysis. *IEEE Latin America Transactions*, 14(9), 4129–4135. doi:[10.1109/tla.2016.7785943](https://doi.org/10.1109/tla.2016.7785943) [GS Search]
- Scannavino, K. R. F., Nakagawa, E. Y., Fabbri, S. C. P. F., & Ferrari, F. C. (2017). Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier [GS Search]
- Sedraz, J. C. S. S., Souza, F. da F. de, Ramos, J. L. C., Rodrigues, R. L., Zambom, E. de G., & Cavalcanti, A. (2018). Avaliação da usabilidade de um recurso de Learning Analíticas dedicado à promoção da Autorregulação da Aprendizagem em Flipped Classroom. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*. doi:[10.17398/1695-288X.17.2.9](https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.9) [GS Search]
- Shraim, K. (2013). Facilitating the Implementation of the Constructivist Approach through the Social Space of Facebook. *2013 Fourth International Conference on e-Learning "Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity"*. doi: [10.1109/ECONF.2013.12](https://doi.org/10.1109/ECONF.2013.12) [GS Search]
- Sobaih, Abu Elnasr E. et al. (2016). “To Use or Not to Use? Social Media in Higher Education in Developing Countries.” *Computers in Human Behavior*, 58, 296–305. doi:[10.1016/j.chb.2016.01.002](https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.002) [GS Search]
- Souza-Concilio, I. D. A., & Pacheco, B. D. A. (2013). How to make Learning Management Systems more exciting and entertaining: Games, interaction and experience design. *2013 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services*. doi:[10.1109/ic3e.2013.6735959](https://doi.org/10.1109/ic3e.2013.6735959) [GS Search]
- Sypsas, A, Toki, E., & Pange, J. (2015). Supporting Undergraduate Students via Webinars. *2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)*, 2015. doi:[10.1109/imctl.2015.7359592](https://doi.org/10.1109/imctl.2015.7359592) [GS Search]

- Vigentini, L., Mirriahi, N., & Kligyte G. (2016). From Reflective Practitioner to Active Researcher: Towards a Role for Learning Analytics in Higher Education Scholarship. *Learning, Design, and Technology*, 2016, 1–29. doi:[10.1007/978-3-319-17727-4_6-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4_6-1) [GS Search]
- Whitty, C., & Anane, R. (2014). Social Network Enhancement for Non-formal Learning. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. doi:[10.1109/hicss.2014.210](https://doi.org/10.1109/hicss.2014.210) [GS Search]
- Williams, K. M., Stafford, R. E., Corliss, S. B., & Reilly, E. D. (2018). Examining student characteristics, goals, and engagement in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*, 126, 433-442. doi:[10.1016/j.compedu.2018.08.014](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.014) [GS Search]
- Zainuddin, Z. (2018). Students' learning performance and perceived motivation in gamified flipped-class instruction. *Computers & Education*, 126, 75-88. doi:[10.1016/j.compedu.2018.07.003](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.003) [GS Search]