



Recibido: 16 diciembre 2021
Revisado: 2 junio 2023
Aceptado: 15 junio 2023

Dirección autores:

¹ Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Tancredo Neves, 1095 - Cavalhada II, Cáceres - MT, 78200-000 (Brasil)

^{2,3,4} Escola Politécnica. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Av. Unisinos, 950 - Cristo Rei, São Leopoldo - RS, 93022-750 (Brasil)

E-mail / ORCID

tiago@unemat.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0934-4814>

carolinemalmeida@unisinos.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0445-5921>

jbarbosa@unisinos.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0358-2056>

rigo@unisinos.br

 <https://orcid.org/0000-0001-8140-5621>

ARTIGO / ARTICLE

Um modelo de Sistema de Recomendação integrado a Metodologias Ativas, MDE e Learning Analytics para a mitigação de evasão em EaD

Recommendation System model integrated with Active Methodologies, EDM, and Learning Analytics for the dropout mitigation in Distance Education

Tiago Luís de Andrade¹, Caroline Medeiros Martins de Almeida², Jorge Luís Victória Barbosa³ e Sandro José Rigo⁴

Resumo: A Educação a Distância possibilitou práticas educacionais baseadas em plataformas digitais. Apesar de sua ampla adoção, os altos índices de evasão são motivos de preocupação de professores e gestores institucionais. Existem iniciativas para mitigação desta situação, como a Mineração de Dados Educacionais (MDE), Learning Analytics (LA) e o uso de Sistemas de Recomendação (SR). Apesar de efetivas em aspectos específicos, estas técnicas carecem de mecanismos para a motivação dos alunos e intervenção pedagógica dos professores, pois não apresentam propostas metodológicas para incentivar a aprendizagem. Diante disso, esse artigo descreve um modelo de SR que apresenta como diferencial a integração da abordagem pedagógica das Metodologias Ativas com o suporte das técnicas de Mineração de Dados Educacionais e de Learning Analytics para identificar os alunos com riscos de evasão e potencializar a permanência. Para isso, foi implementado um protótipo e realizado um estudo de caso com docentes de duas universidades para a avaliação de funcionalidade e aceitação. De acordo com o Modelo TAM, mais de 87% dos docentes concordam com a facilidade de uso e 77% concordam que o SR pode ser útil no processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Portanto, pode-se concluir que o modelo contribui para as práticas de ensino, incentiva a aprendizagem colaborativa e favorece o acompanhamento desse processo e das atividades desenvolvidas pelos alunos.

Palavras-Chave: Sistema de recomendação, Metodologias ativas, Mineração de dados Educacionais, Analítica da aprendizagem, Evasão.

Abstract: Distance Education enabled educational practices based on digital platforms. Despite its wide adoption, the high dropout rates are a reason for concern for teachers and institutional managers. There are initiatives to mitigate this situation, such as Educational Data Mining (EDM), Learning Analytics (LA), and the use of Recommendation Systems (RS). Although effective in specific aspects, these techniques lack mechanisms for the motivation of students and pedagogical intervention by teachers, as they do not present methodological proposals to encourage learning. Therefore, this article describes an RS model that presents as a differential integration of the pedagogical approach of Active Methodologies with the support of Educational Data Mining and Learning Analytics techniques to identify students with dropout risks and enhance permanence. For this, a prototype was implemented and a case study was carried out with professors from two universities to assess functionality and acceptance. According to the TAM model, more than 87% of teachers agree with the ease of use and 77% agree that RS can be useful in the teaching and learning process of students. Therefore, it can be concluded that the model contributes to teaching practices, encourages collaborative learning, and favors the monitoring of this process and the activities developed by the students.

Keywords: Recommendation System, Active Methodologies, Educational Data Mining, Learning Analytics, Dropout.

1. Introdução

O elevado índice de evasão dos estudantes nos cursos ofertados na modalidade de Educação a Distância (EaD) preocupa os gestores e professores das instituições de ensino, que buscam alternativas para identificar as situações passíveis de desistências e motivar os alunos a permanecerem nos estudos. Nesse contexto, existem trabalhos que utilizam as técnicas de Mineração de Dados Educacionais (MDE) e Learning Analytics (LA) para identificar alunos propensos a evadir do curso (Marques et al., 2019), no entanto são restritas à identificação dessas possibilidades, sem posterior ação efetiva nesse cenário (Widyahastuti e Tjhin, 2018). Após o processo de identificação à tendência de evasão, a tomada de decisão para mitigar esse problema é normalmente dependente do professor ou gestor, que necessitam utilizar de metodologias educacionais para resgatar e incentivar o aluno a permanecer no curso.

As Metodologias Ativas são abordagens pedagógicas em que os alunos participam como protagonistas do processo de aprendizagem, estimulados a se relacionar com os colegas para o desenvolvimento de atividades, colaborando para o crescimento intelectual e a melhoria no desempenho dos envolvidos (Guo et al., 2018). Uma das hipóteses de prevenção de evasão em EaD é a utilização de Metodologias Ativas integradas a Sistemas de Recomendação (SR) e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), de forma a auxiliar professores no processo de ensino e aprendizagem e na diminuição do índice de evasão dos cursos, potencializando a permanência (Chandrasekaran et al., 2016; Leite e Ramos, 2017; Lima e Siebra, 2017; Leite et al., 2019).

Estudos realizados por Chandrasekaran et al. (2016) e Leite e Ramos (2017) avaliam que a integração de Metodologias Ativas ao SR pode constituir um mecanismo efetivo na retenção, ampliando o potencial de engajamento dos alunos e de compartilhamento de aprendizagem (Lima e Siebra, 2017; Leite et al., 2019). Uma vez identificados os casos associados com riscos de evasão por MDE e LA, as Metodologias Ativas fomentam a colaboração dos estudantes por meio de diversos recursos, desde materiais recomendados para a leitura até a interação com o ambiente virtual, comprometendo-os e estimulando-os com relação ao seu aprendizado. Portanto, esse seria um recurso que, segundo Cunha e Siebra (2016), pode contribuir para a aprendizagem colaborativa e atuar na mitigação da evasão. Entretanto, conforme Leite et al. (2019), a utilização de Metodologias Ativas ainda é pouco observada no contexto da Educação a Distância.

Diante deste contexto, esse artigo apresenta uma proposta de integração de Metodologias Ativas com MDE e LA para mitigar os riscos de evasão e potencializar a permanência dos alunos. Para tal foi desenvolvido um modelo de SR que se diferencia por integrar a abordagem pedagógica das Metodologias Ativas com o suporte das técnicas de MDE e LA. O principal diferencial desse trabalho consiste na integração de uma etapa motivacional ao trabalho dos alunos, utilizando-se para isso as Metodologias Ativas.

Este artigo está organizado em 4 seções. A seção 2 propõe um modelo de SR integrado à Metodologias Ativas com suporte de MDE e LA, as ferramentas para o desenvolvimento e o estudo de caso. A seção 3 apresenta os resultados obtidos das

avaliações e a análise crítica da proposta. Por fim, a seção 4 contempla as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

1.1. Trabalhos Relacionados

Essa seção apresenta trabalhos de outros pesquisadores que abordam a utilização de Metodologias Ativas, MDE, LA e SR no contexto de cursos de Educação a Distância. Diante do estudo, verificou-se a possibilidade de expansão no uso de tecnologias e métodos nessa área.

Segundo Ferreira et al. (2017), Moraes e Stiubiener (2019) e Leite et al. (2019), é possível verificar um crescimento nas produções científicas sobre SR, que se justifica diante da dificuldade de selecionar recursos para o ensino-aprendizagem em face a grande disponibilidade. Campos et al. (2017) citaram vários exemplos de SRs, como PMoodle, Broad-RSI, CA-Learning, LORSys, Dica, Mobile, e-Lors, RecoaComp, SR Colaborativa Móvel, entre outros. Rolim et al. (2017) apresentaram um sistema capaz de classificar por meio de aprendizagem de máquina a postagem do aluno em fóruns do AVA e recomendar um material de estudo auxiliar disponibilizado como vídeos do YouTube. Acosta et al. (2018) desenvolveram um sistema que utiliza como método de ensino a Aprendizagem Baseada em Projetos com foco no aluno e colaboração entre pares, capaz de sugerir materiais complementares a partir de atividades propostas pelo professor nesse mesmo ambiente. Ferreira et al. (2015) desenvolveram um modelo de recomendação de conteúdo chamado UbiGroup para grupo de aprendizes com o objetivo de recomendar Objetos de Aprendizagem (OA) conforme os perfis e o contexto que estão inseridos, apoiando o professor na busca e seleção de materiais.

Em se tratando de MDE e LA, abordagens de pesquisa como técnicas, algoritmos e atributos são os temas mais frequentes nos trabalhos estudados. As técnicas de classificação e predição são amplamente utilizadas para a análise do comportamento de aprendizagem e desempenho dos alunos, como apresentados nos trabalhos de Ramos et al. (2018), Kostopoulos et al. (2019) e Queiroga et al. (2019), possibilitando intervenções oportunas e eficazes na mitigação de evasão. Em relação a algoritmos, Random Forest e Logistic Regression são utilizados para a predição e detecção de riscos de evasão nos trabalhos de Ramos et al. (2017), Queiroga et al. (2019) e Waheed et al. (2020). Por fim, sobre os atributos de pesquisa, Kostopoulos et al. (2019) investigaram os dados demográficos, que representam as características de perfil dos alunos; Santos et al. (2016), Ramos et al. (2018) e Brito et al. (2019) exploraram os dados de desempenhos, como notas obtidas em questionários e avaliações.

O uso de Metodologias Ativas está se expandindo no ensino presencial e a distância, pois apresenta um potencial de tornar as aulas mais interessantes e modernas (Almeida et al., 2020; Leite e Ramos, 2017; Fernández-Robles et al., 2019). Lima et al. (2020) constataram que 76,7% dos docentes buscaram aprimorar seus métodos de ensino com a utilização de Metodologias Ativas. Chandrasekaran et al. (2016) demonstraram que 67% dos entrevistados sentiram-se confortáveis em utilizar a metodologia no processo de aprendizagem, uma vez que oferece ao aluno a oportunidade de expressar experiências individuais, compartilhar ideias em grupo, promove o desenvolvimento de habilidades sociais àqueles que têm dificuldade de aprendizagem centrada no professor, atribui a si boa parte da responsabilidade em aprender, e os enriquecem com os aspectos de pensamento crítico e resolução de problemas. Além disso, estimula a autonomia e interação, incentivando-os a aprender

com o outro, a perceber e desenvolver a autoaprendizagem e a comunicação em grupos de trabalho. Quanto ao professor, auxiliou no processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais proativo e capaz de melhorar o desempenho dos alunos com ações que minimizam os riscos de desistência.

Não foram encontrados exemplos do uso de Metodologias Ativas integradas com técnicas de MDE e LA. Consequentemente, nenhum dos trabalhos considerou integrar essas técnicas à Metodologias Ativas em um SR que pudesse auxiliar o professor no ensino e beneficiasse a aprendizagem do aluno. Diante disso e com a finalidade de propor ações efetivas de mitigação da evasão, considera-se que a inserção dessas metodologias junto do SR e de técnicas de MDE e LA permite um avanço no processo de personalização e melhoria do ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos são identificados de acordo com seu histórico de atuação e com isso o SR efetua um processo em que recomenda e instiga o uso de OA e a leitura de materiais complementares, incentivando a comunicação e interação entre os usuários e o ambiente virtual, a autonomia e o autoaprendizado, e em grupos, estimulando as práticas colaborativas e pedagógicas.

2. Metodologia

A fim de qualificar a aprendizagem e contribuir no processo de mitigação dos riscos de evasão na Educação a Distância, foi desenvolvido um modelo de SR que integra Metodologias Ativas às técnicas de Mineração de Dados Educacionais e Learning Analytics.

2.1. Descrição geral do modelo proposto

O modelo proposto envolve um conjunto de etapas que são executadas de forma integrada e que se diferenciam nos aspectos de disponibilidade de recursos, dando o suporte aos alunos e professores. A figura 1 ilustra a visão geral do modelo de SR na visão do docente, que envolve o funcionamento integrado à Metodologias Ativas, MDE e LA.

O módulo Curso e Disciplina atua no cadastramento do nome do curso, disciplina, período letivo de oferta e quantidade de alunos matriculados. O módulo Conexão possui duas funcionalidades a serem escolhidas pelo professor. A primeira, MDE, integra a base de dados do AVA e Sistema Acadêmico (SA) para o acesso a dados demográficos, registros de perfil acadêmico e média do desempenho nas atividades dos alunos. Uma vez obtidos, utiliza-se a técnica de aprendizado supervisionado com os algoritmos Random Forest (Breiman, 2001) e Naive Bayes (Lewis, 1998) para gerar padrões de tendências a serem observadas. A segunda funcionalidade possibilita a utilização do quadro de notas extraído do AVA com os dados demográficos e desempenhos.

O módulo Ranqueamento envolve a classificação dos alunos em ordem decrescente conforme a média das atividades avaliativas. O módulo Metodologias Ativas permite ao professor a escolha da quantidade de alunos por grupo e a estratégia de aprendizagem, sendo que alguns dos exemplos possíveis são: (i) Aprendizagem Baseada em Problema – ABP (Silva e Silva, 2020), (ii) Sala de Aula Invertida – SAI (Bergmann e Sams, 2016) ou (iii) Peer Instruction – PI (Araújo e Mazur, 2013). A escolha

deve ser feita a cada realização das atividades avaliativas, uma vez que interfere diretamente na média da disciplina, e conseqüentemente, na formação dos grupos. Tal módulo visa auxiliar no desenvolvimento de diversas competências e habilidades, que no mundo contemporâneo cada vez é mais requisitado.

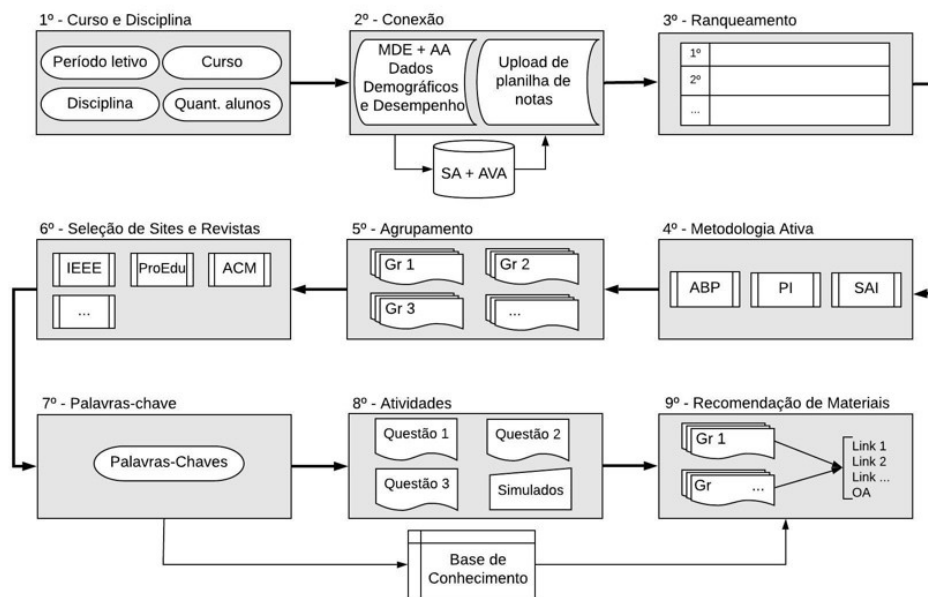


Figura 1. Modelo de SR integrado à Metodologias Ativas, MDE e LA, a nível de visão do docente.

O módulo Agrupamento possibilita ao professor obter apoio na formação de grupos de alunos, que segundo Pallof e Pratt (2002), quando os alunos trabalham colaborativamente, tendem a produzir um conhecimento mais profundo, pois deixam de ser independentes para se tornarem interdependentes.

O módulo Seleção de Sites e Revistas permite o professor escolher as revistas ou sites nacionais tais como Portal Domínio Público¹, Banco Internacional de Objetos Educacionais², ProEdu³, EduCAPES⁴, e as internacionais IEEE⁵, ACM⁶, Scielo⁷, Merlot⁸, Google Scholar⁹, para a busca de materiais complementares para a leitura e aperfeiçoamento, como artigos, vídeos e OAs. O módulo Palavras-Chave consiste no cadastro de palavras-chave relacionadas ao conteúdo da disciplina, utilizadas para a busca de materiais complementares. O módulo Atividades propõe o cadastramento de questões de pesquisa ou problemas para a resolução dos grupos formados, com o suporte por meio da leitura dos materiais complementares e a realização das atividades simuladas cadastradas nessa etapa como atividades de reforço.

¹ <http://www.dominiopublico.gov.br/>
² <http://objetoseducacionais.mec.gov.br/>
³ <http://proedu.rnp.br/>
⁴ <https://educapes.capes.gov.br/>
⁵ <https://www.ieee.org/index.html>
⁶ <http://dl.acm.org/>
⁷ <https://www.scielo.org/>
⁸ <https://www.merlot.org/merlot/>
⁹ <https://scholar.google.com.br/>

O módulo Recomendação de Materiais consiste na seleção dos materiais complementares e OAs retornados pelos algoritmos de busca implementados por meio da tecnologia BeautifulSoup, conforme o cadastro de palavras-chave e indicação dos sites e revistas. O professor pode assinalar entre os resultados o material que será apresentado no SR a nível de visão do aluno, formando uma base de conhecimento para futuras sugestões. O SR permite a visualização e extração de relatórios que demonstram a participação e execução das atividades por integrantes dos grupos através dos dados de log de acesso e verificação de preenchimento das atividades. Nesse trabalho utiliza-se o modelo de SR Híbrido, que coleta informações do usuário para as recomendações de forma explícita ou implícita, de registros e interações. A coleta explícita de dados do usuário ocorre quando os usuários sabem que estão fornecendo suas informações, que é o usado nesse trabalho. A coleta implícita de dados do usuário acessa informações indiretamente sobre o usuário.

A figura 2 apresenta os componentes disponíveis ao aluno, composto por um conjunto de módulos integrados que são exibidos em uma única interface.

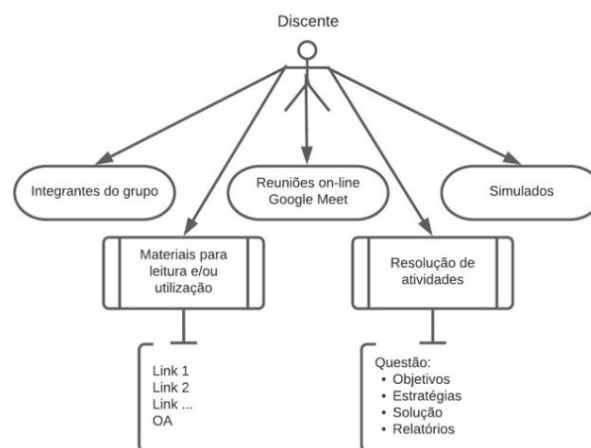


Figura 2. Modelo de integração do SR, a nível de visão do discente

O módulo Integrantes do grupo exibe o nome e o e-mail de contato de todos os participantes do grupo, definidos conforme os critérios estabelecidos pelo professor e agrupamentos realizados pelo SR. O módulo Reuniões on-line permite a realização de web-conferências a qualquer horário via plataforma de comunicação (por exemplo, Google Meet), que pode ser compartilhada pelos integrantes do grupo e demais convidados, inclusive o professor da disciplina, de forma a acompanhar o desenvolvimento e incentivar a troca de experiências, aprendizagens e discussão de dúvidas.

O módulo Simulados permite o acesso às atividades cadastradas pelo professor para o reforço do aprendizado. Para isso, os alunos também podem contar com o módulo Reuniões on-line, que permite web-conferências para a resolução e compartilhamento de conhecimentos. O módulo Materiais para a leitura e/ou utilização apresenta os links de artigos ou OA previamente selecionados pelo professor

em sites e revistas nacionais e internacionais, que servem para o embasamento teórico/prático para a resolução das atividades.

O módulo Atividades para a realização apresenta questões ou problemas definidos pelo professor para que o grupo resolva. Exige-se o preenchimento dos objetivos, estratégias, solução e a postagem de um relatório descritivo das atividades realizadas. Ressalta-se que essas podem ser realizadas individualmente e a qualquer momento, no entanto, é importante destacar que os relatórios apresentam os registros de acessos via log que demonstram a participação e execução das atividades por integrantes do grupo.

2.2. Implementação

Baseado no modelo proposto foi desenvolvido um protótipo do SR seguindo o padrão arquitetônico Model-View-Controller (MVC), com a linguagem de programação Python, os Frameworks Django e BootStrap, as Bibliotecas JQuery e BeautifulSoup, e, como banco de dados, SQLite.

A figura 3 apresenta os componentes do SR com o módulo docente e discente, baseado nos modelos de integração exibidos nas figuras 1 e 2. A interface do docente necessita conectar a base de dados do AVA e SA para a coleta de dados demográficos e de desempenho logo após a realização da primeira avaliação da disciplina ofertada. Nessa interface é necessário consultar as bases de dados dos sites e revistas eletrônicas nacionais e internacionais para a identificação de materiais complementares e objetos de aprendizagens que serão recomendados aos alunos. Já na interface do discente os dados apresentados são resultados dos cadastros realizados pelo docente e as consultas às bases de dados externas.

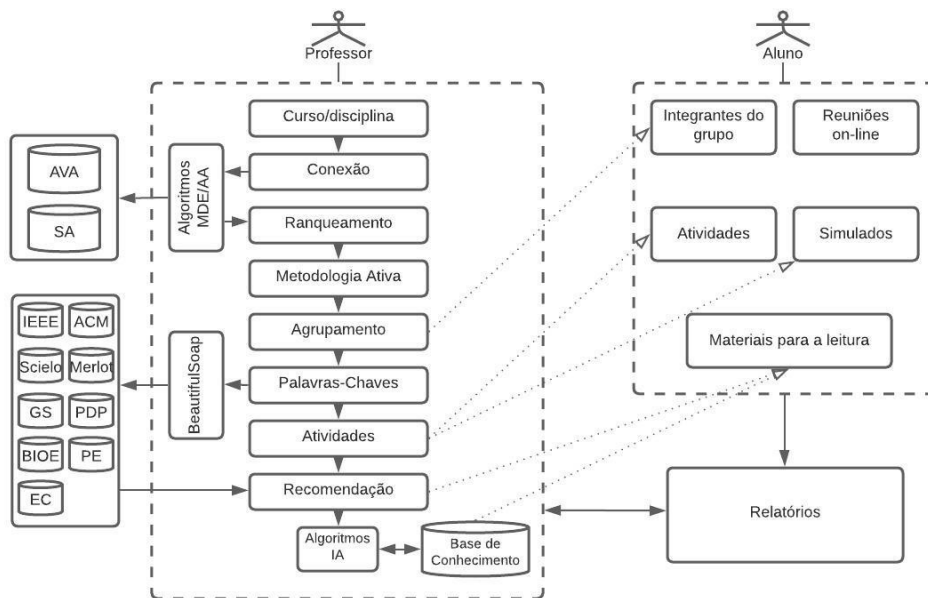


Figura 3. Componentes do SR

Inicialmente, para os usuários docentes ou discentes, uma interface comum exige o cadastro e autenticação, seguido do preenchimento de dados pessoais e identificação do perfil. Após o acesso, na interface do docente é possível cadastrar, visualizar e editar os dados da disciplina ofertada; na interface do discente, visualizar as disciplinas vinculadas e conteúdos cadastrados pelo docente. Para a demonstração, um estudo de caso foi realizado.

2.3. Estudo de caso

Posteriormente ao desenvolvimento do protótipo do SR, um estudo de caso foi realizado com professores de duas universidades do Brasil, a fim de obter os resultados avaliativos da aplicação. «É um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto» (Yin, 2015).

A primeira avaliação consistiu na verificação das funcionalidades e apresentação das interfaces do SR por um professor convidado do curso de Bacharelado em Ciência da Computação. A segunda focou na aceitação do SR, e para isso, foram disponibilizados um vídeo com exemplos de uso da aplicação e um questionário contendo dez afirmações com abordagem quantitativa, para professores de diferentes áreas de conhecimento de duas universidades, convidados por e-mail. As respostas foram coletadas através da ferramenta Google Form. A avaliação utilizou como base os conceitos do Modelo TAM - Technology Acceptance Model (Marangunié e Granié, 2014; Pinto et al., 2019), que avalia: a) Facilidade de uso percebida (Perceived Ease of Use) – grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema de informação será livre de esforço; b) Utilidade percebida (Perceived Usefulness) – grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema pode melhorar o seu desempenho. Segundo Pinto et al. (2019), o Modelo TAM é considerado um dos mais importantes métodos utilizados por pesquisadores para descrever a aceitação de determinada tecnologia, já que indica a influência de fatores humanos na adoção de novas ferramentas.

Tabela 1. Questionário de avaliação.

Avaliação	Afirmação
Facilidade de Uso Percebida	1. O SR é fácil de entender
	2. As informações da interface do SR são claras
	3. É possível usar com pouco esforço os recursos disponíveis no SR
	4. O SR reproduz a funcionalidade de recomendação de materiais
	5. A integração de serviços do SR proporciona uma maneira mais ágil e agradável de trabalhar
Utilidade Percebida	6. O SR facilita a utilização de Metodologias Ativas
	7. O SR favorece a formação de grupos de alunos para a prática de ensino colaborativo
	8. O uso do SR facilita o trabalho do professor na tarefa de recomendar materiais complementares
	9. O uso do SR pode ajudar na mitigação dos riscos de evasão escolar
	10. Eu utilizaria o SR para o processo de ensino e aprendizagem

As respostas foram padronizadas na escala Likert de cinco pontos, variando entre «Concordo fortemente», «Concordo», «Não concordo e nem discordo», «Discordo» e «Discordo fortemente». A tabela 1 apresenta as afirmações elaboradas de 1 a 5 sobre a facilidade de uso e 6 a 10 sobre a utilidade percebida.

Avaliações envolvendo alunos e professores em um contexto regular não foram realizadas devido a impossibilidade no período de pandemia da Covid-19 ocorrido no ano de 2020 e 2021.

3. Resultados

A fim de evidenciar os resultados, as respostas foram divididas conforme critérios de avaliação. A primeira, que consistiu na verificação das funcionalidades e interfaces, foi realizada por um professor que ministra a disciplina de Introdução a Banco de Dados a uma turma de 30 alunos. A segunda avaliação, referente à aceitação do SR, participaram da pesquisa 13 professores.

3.1. Avaliação de funcionalidade e interfaces do SR

A figura 4 apresenta a primeira etapa do SR, que consiste no cadastro de dados do curso e disciplina ofertada pelo professor. O período letivo definido foi 2021/1, curso de Bacharelado em Ciência da Computação, disciplina de Introdução a Banco de Dados e a quantidade de 30 alunos.

☰ Início ☰ Apresentação ☰ Sistema de Recomendação ☰ Contato

☰ Minha lista ▶ Iniciar 👤 tiago ▾

1ª etapa - Cadastro de dados do curso e disciplina

Preencha os campos obrigatórios do formulário.

Período letivo*

2021/2

Nome do curso*

Bacharelado em Ciência da Computação

Preencha corretamente o nome do curso.

Nome da disciplina*

Banco de Dados

Preencha corretamente o nome da disciplina.

Quantidade de alunos*

30

Preencha a quantidade de alunos matriculados na disciplina, necessário para a posterior divisão da turma.

Cadastrar

Figura 4. Interface do módulo Cadastro de Dados do Curso

A figura 5 apresenta a interface do módulo Conexão, segunda etapa do SR, em que o docente pode escolher entre buscar os dados demográficos e de desempenho no SA e AVA da instituição para a MDE e LA ou realizar o upload do quadro de notas do AVA. No caso, foi realizado o upload contendo os dados demográficos e de desempenho dos alunos matriculados.

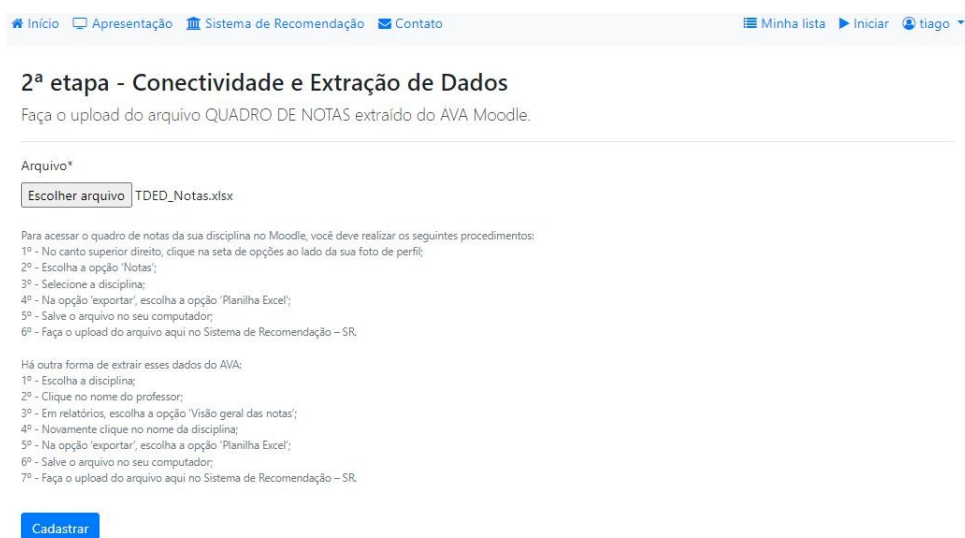


Figura 5. Interface do módulo Conexão

A terceira etapa, módulo Ranqueamento, os alunos foram classificados em ordem decrescente e exibidos em uma lista ao professor contendo nome, sobrenome, endereço de e-mail e nota dos alunos antes e depois da classificação, conforme figura 6.

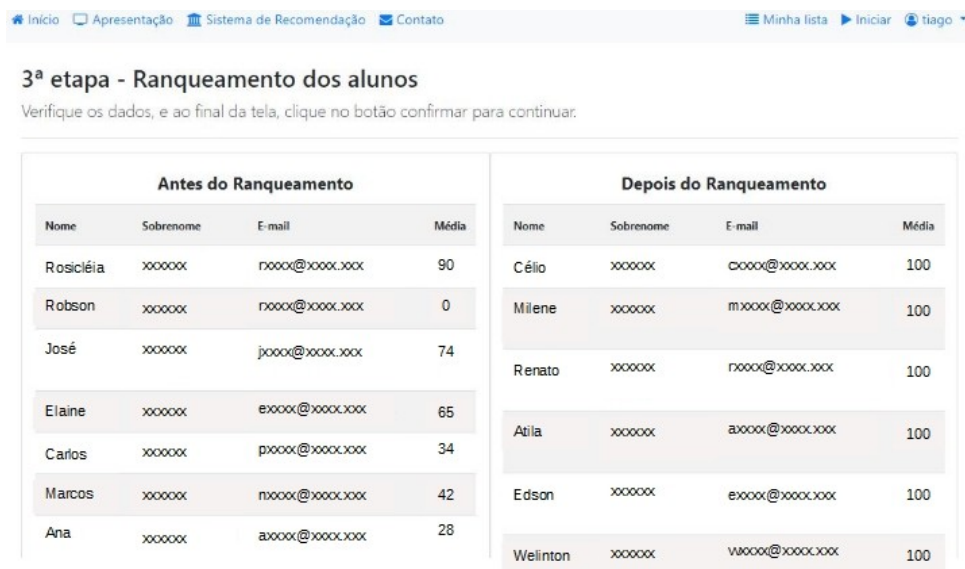


Figura 6. Interface do módulo Ranqueamento

O módulo Metodologias Ativas permite ao docente escolher qual o método de ensino será utilizado. Nesse caso, a metodologia escolhida foi Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) e a quantidade de 5 alunos por grupo, conforme figura 7, que segundo Alves et al. (2020), tende a privilegiar os conhecimentos prévios dos

estudantes, incentivando um ambiente investigativo de aprendizagem através da construção de hipóteses e experimentações.

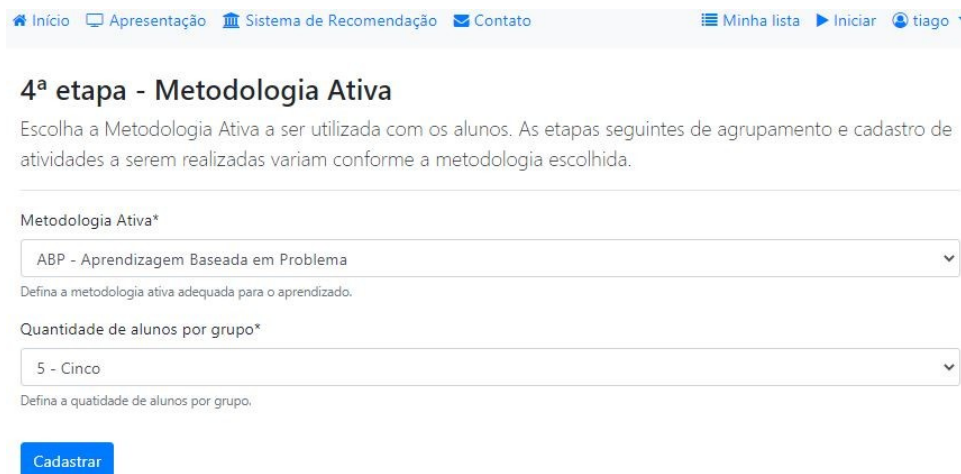


Figura 7. Interface do módulo Metodologias Ativas

Após o ranqueamento dos alunos, o módulo Agrupamento apresentado na figura 8 é responsável pela formação de grupos conforme definido na etapa anterior pelo professor, com a apresentação dos integrantes e seus respectivos contatos, os quais terão atividades a serem realizadas e contarão com a indicação de materiais para a leitura e OA.



Figura 8. Interface do módulo Agrupamento

A figura 9 apresenta a interface do módulo Seleção de Sites e Revistas, em que o docente pode escolher quais bases de dados o SR deve procurar por materiais complementares que serão recomendados para a leitura ou aprendizagem. Essa escolha pode ser de um ou vários sites e revistas, a critério do docente, e em idioma

inglês ou português. No caso, a figura 9 apresenta a seleção da base de dados da IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*.

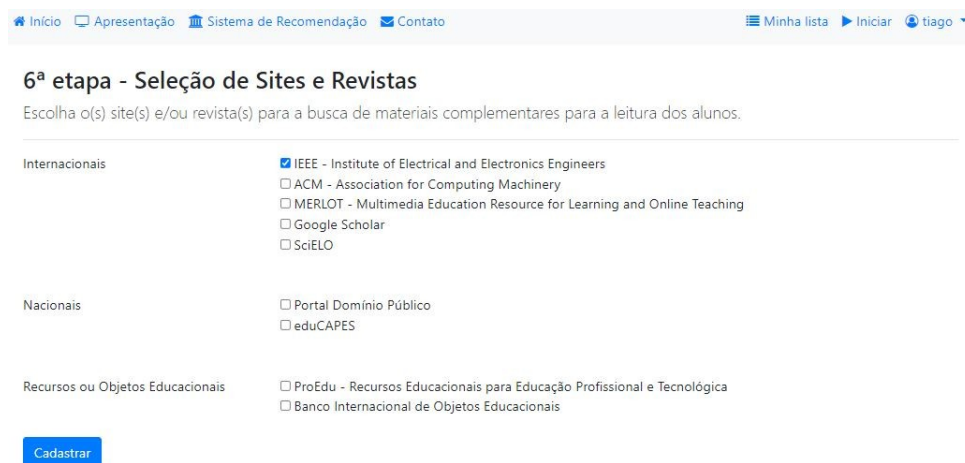


Figura 9. Interface do módulo Seleção de Sites e Revistas

Em relação à figura 10, o módulo Cadastro de Palavras-Chaves permite a inclusão de três termos que serão utilizados para a busca de materiais. No caso, as palavras «education data mining», «dropout» e «distance education» foram cadastradas pelo professor no SR.

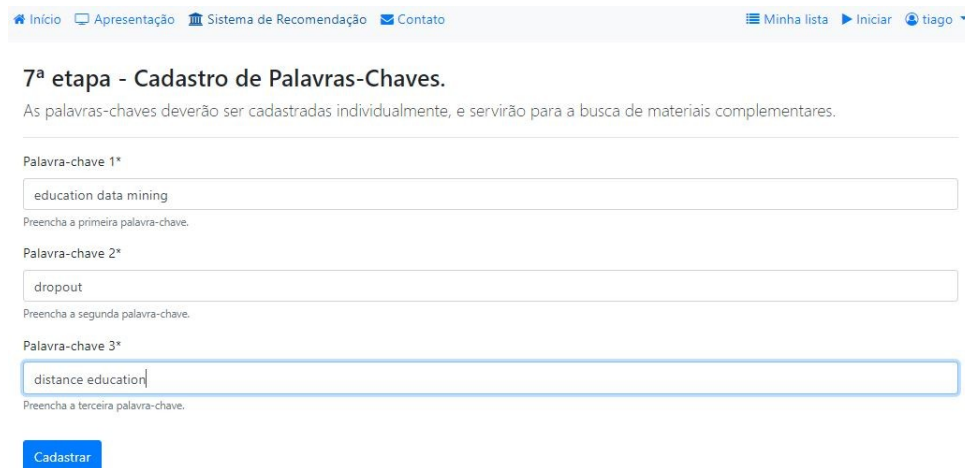


Figura 10. Interface do módulo Palavras-Chave

O módulo Atividades permite ao docente o cadastro de questões/problemas e simulados para a resolução dos alunos, conforme as Metodologias Ativas definidas. Como o estudo de caso escolhido foi ABP, o professor definiu 3 questões/problemas e um simulado referentes ao conteúdo abordado para a resolução dos alunos, conforme figura 11.

Figura 11. Interface do módulo Atividades

Para finalizar, a figura 12 apresenta o resultado dos materiais complementares para a leitura ou objetos de aprendizagens obtidos através da Biblioteca BeautifulSoap e palavras chaves cadastradas pelo professor nos sites e revistas indicados. Nota-se que em cada material consta o nome da base de dados consultada, o título do trabalho e o link de acesso, bem como uma funcionalidade que permite o professor escolher entre exibir ou não o material retornado aos grupos de alunos formados.

Site	Título	Link	Exibir?
IEEE	Quality Improvements in Online Education System by Using Data Mining Techniques	Link	Sim
IEEE	Identification and systematization of indicatives and data mining techniques for detecting evasion in distance education	Link	Sim
IEEE	Using Logical Sensors Network to the Accurate Monitoring of the Learning Process in Distance Education Courses	Link	Sim
IEEE	An Infographics-based Tool for Monitoring Dropout Risk on Distance Learning in Higher Education	Link	Sim
IEEE	Early dropout prediction in distance higher education using active learning	Link	Sim
IEEE	Big Data Application in Education: Dropout Prediction in Edx MOOCs	Link	Sim
IEEE	Educational Data Mining: Analysis of Drop out of Engineering Majors at the UnB - Brazil	Link	Sim
IEEE	Prediction and Reducing Dropout in Virtual Learning using Machine Learning Techniques: A Systematic Review	Link	Sim

Figura 12. Interface do módulo Recomendação de Materiais

Diante disso, através do estudo de caso foi possível utilizar e testar o funcionamento do modelo de acordo com os objetivos propostos, promovendo a indicação de materiais complementares para o estudo dos grupos de alunos formados

após a identificação por regras de MDE e LA e que, como prática pedagógica, propõe o uso de Metodologias Ativas com potencial de colaboração e troca de experiências e conhecimentos entre os estudantes.

A figura 13 apresenta a interface do aluno, em que são apresentados a ele os demais integrantes do grupo; link do Google Meet para a realização de reuniões on-line; atividades de testes simulados; materiais para leitura e ou utilização, como artigos e objetos de aprendizagens; e as atividades propostas pelo professor para a realização.

The screenshot shows a user interface for a student. At the top, there is a navigation bar with links: 'Início', 'Apresentação', 'Sistema de Recomendação', 'Contato', 'Disciplina(s)', and a user profile 'celio'. Below the navigation bar, the user is greeted: 'Olá, Célio F.' and informed that the content is defined by the professor for the 'Banco de Dados' discipline in the 'Ciência da Computação' course. The interface is divided into several sections:

- Integrantes do grupo:** A list of group members with their names and email addresses: CÉLIO A. F. (coxo@hotmail.com), CRISTIANE M. L. (lcoo@hotmail.com), JULIANO S. C. (jcoo@hotmail.com), ÍTALO P. C. (icoo@hotmail.com), and RODRIGO F. C. (rico@gmail.com).
- Reunião on-line:** A section titled 'Reunião on-line' with a sub-header 'Reuna o seu grupo quantas vezes forem necessárias e faça reuniões on-line para a troca de ideias e experiências que possam colaborar para a resolução dos exercícios.' and a link 'Acesse o Google Meet'.
- Simulados:** A section titled 'Simulados' with a sub-header 'Veja o que o seu professor preparou para treiná-lo(s) a resolver os exercícios.' and a link 'Simulado(s)'.
- Materiais para a leitura e/ou utilização:** A section titled 'Materiais para a leitura e/ou utilização' with three links to IEEE articles: 'Big Data Application in Education: Dropout Prediction in Edx MOOCs - Link', 'Quality Improvements in Online Education System by Using Data Mining Techniques - Link', and 'Identification and systematization of indicatives and data mining techniques for detecting evasion in distance education - Link'.
- Atividades para a realização:** A section titled 'Atividades para a realização' with a question 'Q1. A universidade deseja criar um banco de dados onde conste informação dos acadêmicos e informações sobre os cursos existentes na instituição. Demonstre graficamente por meio dos Modelos Conceitual, Lógico e Físico a estrutura desse banco de dados.' and a sub-header 'Objetivos:'.

Figura 13. Interface do módulo do discente

3.2. Avaliação de aceitação do SR

Esta seção apresenta os resultados da verificação da aceitação do SR pelos professores que foram convidados para a pesquisa. Participaram 13 professores de diferentes áreas de conhecimento, de 2 universidades brasileiras, que, prontamente, responderam o questionário com 10 afirmações, elaborado conforme Modelo TAM, que avalia a facilidade de uso e a utilidade percebida. Disponibilizou-se, também, uma caixa de texto para comentários dos professores.

Os resultados obtidos nas afirmações de 1 a 5 indicam que 49,2% concordam fortemente, 38,5% concordam e 12,3% não concordam e nem discordam sobre a facilidade de uso do SR, conforme figura 14, o que demonstra a satisfação de mais de 87% dos participantes. Não há respostas que discordam dessas afirmações.

Sobre a questão 1, que trata da facilidade de entendimento do SR, 53,8% dos professores concordam fortemente, 38,5% concordam e apenas 7,7% não concordam e nem discordam. Não houve respostas que discordam da afirmação. Na questão 2, 69,2% dos professores concordam fortemente e 23,1% concordam que as informações da interface do SR são claras, totalizando mais de 92% das respostas. Apenas 7,7% dos

professores não concordam e nem discordam. Não houve respostas que discordam da afirmação.

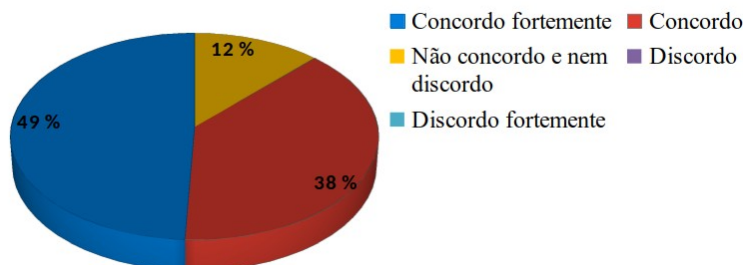


Figura 14. Resultado das questões sobre facilidade de uso

Em relação à questão 3, que afirma que é possível usar com pouco esforço os recursos disponíveis no SR, 46,2% dos professores concordam fortemente, 38,5% concordam e 15,4% não concordam e nem discordam. Não houve respostas que discordam da afirmação. Sobre a questão 4, que afirma que o SR reproduz a funcionalidade de recomendação de materiais, 38,5% dos professores concordam fortemente, 53,8% concordam e 7,7% não concordam e nem discordam. Não houve respostas que discordam da afirmação. Na questão 5, que trata sobre a integração dos serviços do SR ao proporcionar uma maneira mais ágil e agradável de trabalhar, os percentuais de 38,5% dos professores foram obtidos em concordam e concordam fortemente, e 23,1% não concordam e nem discordam. Não houve respostas que discordam da afirmação.

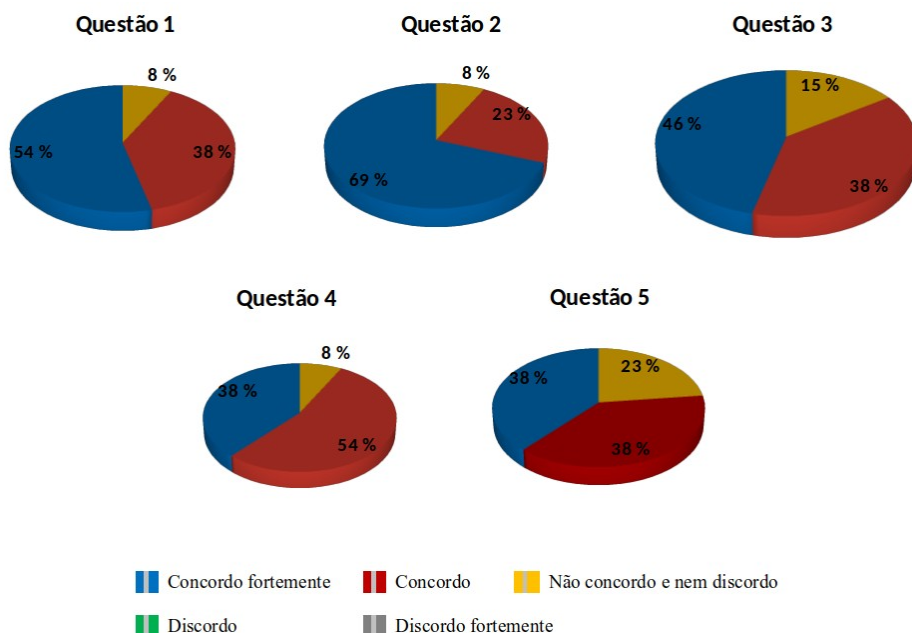


Figura 15. Resultados detalhados das questões de 1 a 5 que trata sobre a facilidade de uso

Em relação às afirmações de 6 a 10, que trata sobre a utilidade do SR, 38,5% dos professores concordam fortemente, 38,5% concordam, 18,5% não concordam e nem discordam, 3,1% discordam e 1,5% discordam fortemente. Os percentuais demonstram que 77% concordam que o SR pode ser útil para o processo de ensino e aprendizagem e de boa aceitação. A figura 16 apresenta o resultado das questões sobre a utilidade percebida.

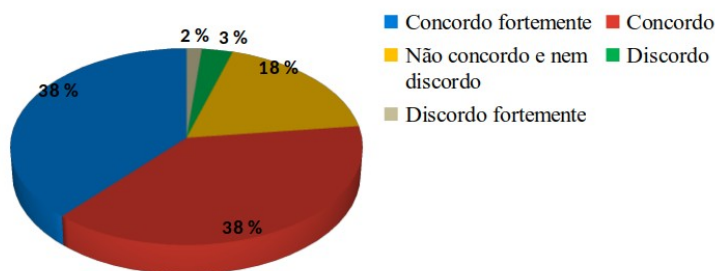


Figura 16. Resultado das questões sobre a utilidade percebida

Em relação à integração de Metodologias Ativas a um SR, os resultados da afirmação 6 demonstram o quanto o SR facilita a utilização dessa metodologia pelos professores, pois os percentuais de 38,5% foram observados nas respostas concordam e concordam fortemente, atingindo 77% a opinião do público participante da pesquisa.

Sobre a questão 7, que afirma que o SR favorece a formação de grupos de alunos para a prática de ensino colaborativo, 61,5% dos professores concordam fortemente e 23,1% concordam. Os percentuais de 7,7% foram observados em não concordam e nem discordam e discordam. Não houve respostas que discordassem fortemente. Portanto, mais de 84% dos professores concordam que o SR favorece a formação de grupos.

Na questão 8, os resultados indicam que 38,5% dos professores concordam fortemente e que 53,8% concordam, o que mostra um alto grau de satisfação com o SR ao recomendar os materiais complementares para a leitura dos alunos, atingindo o objetivo do desenvolvimento do modelo e auxiliando no processo de aprendizagem.

Em relação à questão 9, que relaciona a utilização do SR com a possibilidade de ajudar na mitigação dos riscos de evasão dos alunos, 46,2% dos professores responderam que não concordam e nem discordam, 38,5% concordam e 7,7% concordam fortemente. Observa-se que o alto índice de não concordam e nem discordam pode significar a necessidade de tornar mais evidente à relação de identificação de alunos propensos a evadir, o uso de Metodologias Ativas para o ensino colaborativo e a indicação de material complementar para a aprendizagem.

Por fim, a questão 10 perguntou ao professor se ele utilizaria o SR para o processo de ensino e aprendizagem. 46,2% concordam fortemente, 38,5% concordam, 7,7% não concordam e nem discordam e 7,7% discordam fortemente. Não houve respostas que discordam da afirmação. Os resultados indicam que mais de 84% dos professores utilizariam o SR para o processo de aprendizagem dos alunos.

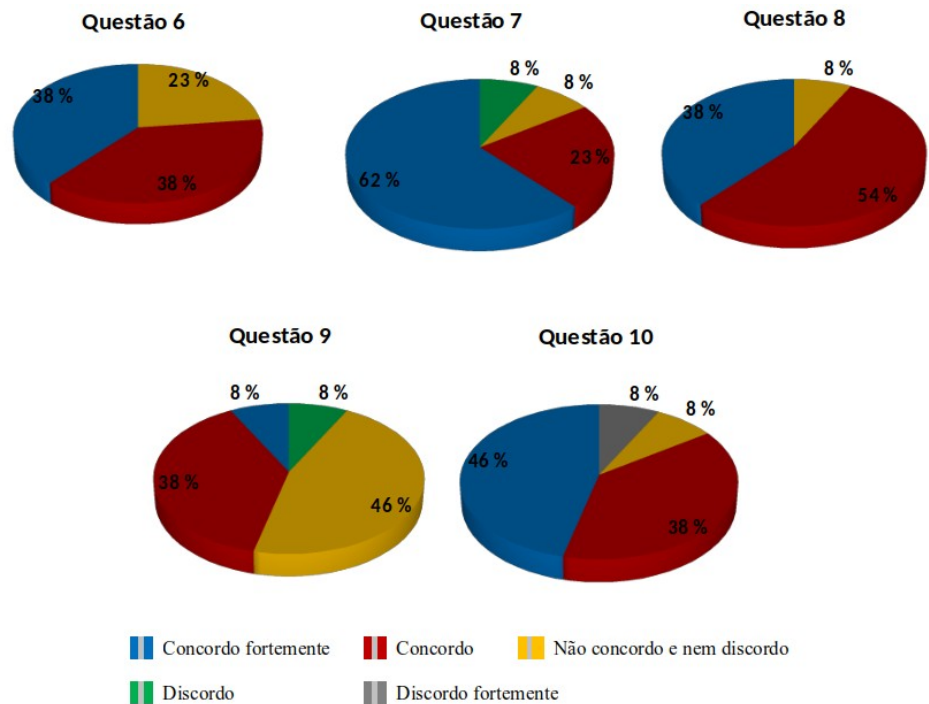


Figura 17. Resultados detalhados das questões de 6 a 10 que trata sobre a utilidade percebida

Com a finalidade de obter sugestões de melhorias, foi disponibilizado um espaço no questionário para o professor escrever livremente. Entre as sugestões, estão: a) formação de grupos: oportunizar a formação de grupos manualmente, por interesse, afinidade pessoal e/ou perfis psicológicos e emocionais; b) seleção de materiais: indicação manual de links.

3.3. Análise crítica da proposta

Conforme pesquisa realizada, nenhum dos estudos considerou integrar as Metodologias Ativas às técnicas de MDE e LA em um SR, a fim de reduzir os riscos de abandono e melhorar a aprendizagem do aluno. É sabido que as técnicas de MDE e LA são amplamente utilizadas e têm contribuído significativamente no ensino, no entanto o âmbito de maior contribuição tem sido apenas na identificação de alunos propensos a evasão dos cursos. Nesse sentido, somados a essa ação, medidas de contenção desse elevado índice precisam ser tomadas, e como proposta, a utilização de Metodologias Ativas integrada à SR favoreceria a relação entre professores, tutores e alunos e tornaria o processo mais atraente e atualizado, atendendo as expectativas de uma sociedade tecnologicamente inserida.

Corroborando com a proposta aqui apresentada, trabalhos como Chandrasekaran et al. (2016), Leite e Ramos (2017), Lima e Siebra (2017), Leite et al. (2019) e Andrade et al. (2021) consideram a possibilidade de adicionar Metodologias Ativas às técnicas para contribuir com a mitigação do abandono e o aumento da permanência dos alunos.

As Metodologias Ativas apoiam os professores nas práticas de ensino e acompanhamento do processo de aprendizagem e desempenho das atividades desenvolvidas pelos alunos. Ao mesmo tempo, atua junto dos alunos estimulando-os a serem mais proativos e colaborativos em uma metodologia mais envolvente, participativa e envolvendo o contexto do grupo.

A avaliação realizada permitiu a verificação de funcionalidade e integração entre os componentes desenvolvidos, indicando a sua viabilidade como modelo de SR. Os resultados são promissores uma vez que o SR pode auxiliar o professor na seleção de materiais complementares e fomenta a relação entre os alunos para o processo de aprendizagem, corroborando com os anseios de Costa et al. (2013) ao afirmar que, na maioria dos casos, os SR apresentam algumas limitações quando utilizados em contextos educacionais, e que por isso, requisitos adicionais deveriam ser adicionados no projeto e desenvolvimento.

4. Conclusões

Este trabalho apresentou um modelo de SR integrado a Metodologias Ativas, MDE e LA para a detecção de alunos propensos a evadir e mitigar essa possibilidade. Com o intuito de auxiliar o estudante e o professor no processo, várias funcionalidades são propostas, como a orientação de materiais de leitura complementar ao aluno e a possibilidade de o professor escolher as Metodologias Ativas a serem aplicadas aos grupos formados pela ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, de forma a inibir a possibilidade de evasão e aumentar o interesse pelo conteúdo e permanência do aluno.

Conforme estudos realizados, não foram encontradas evidências de SRs que integram Metodologias Ativas, MDE e LA. No entanto, estes estudos apontam para o crescimento e a importância do aperfeiçoamento das formas de ensinar e aprender. A integração dessas técnicas e métodos, conforme avaliado no modelo de SR proposto, proporciona um avanço para esse processo, não apenas na identificação do aluno propenso a evadir do curso, mas também no apoio e melhoria da aprendizagem. Isso é fomentado pelo SR ao oportunizar a leitura de materiais complementares, a autonomia e experiências individuais, o compartilhamento de ideias em grupo, o desenvolvimento de habilidades sociais àqueles que têm dificuldade de aprendizagem centrada apenas no professor, a responsabilidade em aprender e a resolução de problemas. Com as Metodologias Ativas e técnicas inovadoras o professor consegue criar mecanismos para engajar e desafiar o aluno, gerando mais chances de fazer com que o estudante se sinta estimulado a permanecer no curso.

Os resultados obtidos são promissores, uma vez que, na avaliação das funcionalidades e interfaces do modelo de SR por um professor, foi possível atestar o seu correto funcionamento. Já na avaliação da aceitação por professores de diferentes áreas de conhecimento, os resultados indicaram que mais de 87% dos professores concordaram com a facilidade de uso e mais de 77% com a utilidade no processo de ensino e aprendizagem. Quando os professores foram questionados se utilizariam o SR no processo de ensino e aprendizagem, mais de 84% concordaram com a afirmação, o que pode indicar a relevante contribuição do SR.

Diante disso, como trabalhos futuros, pretende-se a experimentação em larga escala do modelo proposto com as tecnologias destacadas, que envolvam diretamente alunos e professores de cursos diferentes. Também se pretende acompanhar a vida acadêmica dos alunos identificados como propensos a evadir para verificar se o uso do SR com Metodologias Ativas foi capaz de incentivá-los a continuar os estudos. Por fim, melhorar as funcionalidades de formação de grupos e seleção de materiais complementares sugeridas pelos professores.

5. Referências

- Acosta, O. C.; Reategui, E. B. & Behar, P. A. (2018). Recomendação de conteúdo em um ambiente colaborativo de Aprendizagem Baseada em Projetos. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(1), 91-111. <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2018.26.01.91>
- Almeida, C. M. M.; Scheunemann, C. M. B. & Lopes, P. T. C. (2020). Sala de aula invertida com tecnologias digitais e ferramenta metacognitiva para potencializar as aulas do ensino superior. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 19(2), 65-81. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.19.2.65>
- Alves, M. O.; Medeiros, F. P. A. & Melo, L. B. (2020). Levantamento do estado da arte sobre Aprendizagem baseada em Problemas na Educação a Distância e Híbrida. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 61-71. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.61>
- Andrade, T. L., Rigo, S. J., Barbosa, J. L. V. (2021). Active Methodology, Educational Data Mining and Learning Analytics: A Systematic Mapping Study. *Informatics in Education*, 20(2): 171-204. <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.09>
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brito, M.; Medeiros, F. & Bezerra, E. P. (2019). An Infographics-based Tool for Monitoring Dropout Risk on Distance Learning in Higher Education. In: *International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITHET46829.2019.8937361>
- Campos, A.; Hollerweger, L.; Santos, G.; Farias, A. F. & Behar, P. A. (2017). Mapeamento de soluções tecnológicas em sistemas de recomendação educacionais em âmbito brasileiro. *Informática na Educação: teoria e prática*, 20(3), 79-96. <http://hdl.handle.net/10183/173928>
- Chandrasekaran, D.; Thirunavukkarasu, G. S. & Littlefair, G. (2016). Collaborative Learning Experience of Students in Distance Education. In: *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education and Active Learning in Engineering Education Workshop*, 90-99. https://www.researchgate.net/publication/305983309_Collaborative_Learning_Experience_of_Students_in_Distance_Education
- Costa, E.; Aguiar, J. & Magalhães, J. (2013). Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais: conceitos, técnicas e aplicações. In: *Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE)*, 57-78. <http://www.br-ie.org/pub/index.php/pie/article/view/2589/0>
- Cunha, F. O. M. & Siebra, C. A. (2016). Mapeamento sistemático na literatura acadêmico-científica sobre abordagens para a formação de grupos em E-Learning. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(3), 17-30. <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2016.24.3.16>
- Fernández-Robles, J. L.; Ramírez-Ramírez, L. N.; Hernández-Gallardo, S. C. & García-Ruiz, M. Á. (2019). Formación profesional en ambientes e-learning. Estudio de caso sobre Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en un curso de posgrado virtual. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(1), 91-105. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.1.91>
- Ferreira, L. G. A.; Barbosa, J. L. V.; Gluz, J. C. & Vicari, R. (2015). UbiGroup: um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para

- grupos dinâmicos de aprendizes. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 23(3), 40-55. <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.40>
- Ferreira, V. A. S.; Vasconcelos, G. C. & França, R. S. (2017). Mapeamento sistemático sobre Sistemas de Recomendações Educacionais. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 253–262. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.253>
- Guo, R.; Li, L. & Han, M. (2018). On-demand virtual lectures: Promoting active learning in distance learning. In: *International Conference on E-Education, E-Business and E-Technology*, 1-5. ACM. <https://doi.org/10.1145/3241748.3241757>
- Kostopoulos, G.; Karlos, S. & Kotsiantis, S. (2019). Multiview Learning for Early Prognosis of Academic Performance: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(2), 212-224. IEEE. <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2911581>
- Leite, L. S. & Ramos, M. B. (2017). A metodologia ativa no Ambiente Virtual de Aprendizagem. *Metodologia ativa na educação*, 85-101. Pimenta Cultural. <https://www.pimentacultural.com/metodologia-ativa-na-educacao>
- Leite, R. R.; Pitanguí, C. G.; De Assis, L. P. & Andrade, A. V. (2019). Sistemas de Recomendação em Ambientes Educacionais: estado da arte e perspectivas futuras. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 109-118. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2019.109>
- Lewis, D. D. (1998). Naive Bayes at forty: The independence assumption in information retrieval. In: *Machine Learning: European Conference on Machine Learning (ECML)*, 4-15. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBFB0026666.pdf>
- Lima, E. & Siebra, C. (2017). CollabEduc: Uma Ferramenta de Colaboração em Pequenos Grupos para Plataformas de Aprendizagem a Distância. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 1707–1716. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.1707>
- Lima, J. V. V.; Silva, C.; Alencar, F & Santos, W. (2020). Metodologias Ativas como forma de reduzir os desafios do ensino em Engenharia de Software: diagnóstico de um survey. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 172–181. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.172>
- Marques, L. T.; Castro, A. F.; Marques, B. T.; Silva, J. C. P. & Queiroz, P. G. G. (2019). Mineração de dados auxiliando na descoberta das causas da evasão escolar: um mapeamento sistemático da literatura. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, 17(3), 194-203. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.99470>
- Moraes, T. C. H. & Stiubiener, I. (2019). Sistemas híbridos para recomendações educacionais: uma revisão sistemática da literatura. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 1331-1340. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.1331>
- Queiroga, E. M.; Cechinel, C. & Aguiar, M. S. (2019). Uma abordagem para predição de estudantes em risco utilizando algoritmos genéticos e mineração de dados: um estudo de caso com dados de um curso técnico à distância. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 119-128. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2019.119>
- Ramos, J. L. C.; Silva, J. C. S.; Prado, L. C.; Gomes, A. S.; Souza, F. F. D.; Zambom, E. G. & Rodrigues, R. L. (2017). Um Modelo Preditivo da Evasão dos Alunos na EAD a partir dos Construtos da Teoria da Distância Transacional. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 1227-1236. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.1227>
- Ramos, J. L. C.; Silva, J. C. S.; Prado, L. C.; Gomes, A. S. & Rodrigues, R. L. (2018). Um estudo comparativo de classificadores na previsão da evasão de alunos em EAD. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 1463-1472. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1463>
- Rolim, V. B.; Mello, R. F. L. & Costa, E. B. (2017). Utilização de técnicas de aprendizado de

- máquina para acompanhamento de fóruns educacionais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 25(3), 112-130. <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2017.25.03.112>
- Santos, R. M. M.; Pitangui, C. G.; Andrade, A. V. & Assis, L. P. (2016). Uso de Séries Temporais e Seleção de Atributos em Mineração de Dados Educacionais para Previsão de Desempenho Acadêmico. *In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 1146-1155. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.1146>
- Waheed, H.; Hassan, S.; Aljohani, N. R.; Hardman, J.; Alelyani, S. & Nawaz, R. (2020). Predicting academic performance of students from VLE big data using deep learning models. *Computers in Human Behavior*, 104(1), 1-13. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106189>
- Widyahastuti, F. & Tjhin, U. (2018). Performance Prediction in Online Discussion Forum: state-of-the-art and comparative analysis. *In: International Conference on Computer Science and Computational Intelligence*, 302-314. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.178>