

Sistemas de Recomendação de Artigos Científicos: Integrando o Moodle com uma Base de Dados de Acesso Aberto

Recommender Systems for Scientific Articles: Integrating Moodle with an Open Access Database

ISSN 2177-8310
DOI: .org/10.18264/eadf.v13i1.2027

Jordan Paulesky Juliani¹
Ricardo Di Giacomo Donha¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Me. Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC - Brasil.

* jordan.juliani@udesc.br

Resumo

Entre as principais razões para o desligamento ou abandono do aluno da instituição de ensino a distância estão: conteúdo não atendeu às expectativas (31,2%); material didático inadequado (22,1%). Como alternativa para mitigar as razões para a evasão dos cursos a distância relacionadas ao não-atendimento das expectativas com relação ao conteúdo e material didático, temos os sistemas de recomendação. Esta pesquisa tem por objetivo desenvolver um sistema de recomendação de artigos científicos de periódicos de acesso aberto por meio da integração de uma base de dados de periódicos com o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) Moodle. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, sendo classificada como exploratória, e a partir dos procedimentos técnicos adotados, enquadrada como estudo de caso e pesquisa bibliográfica. Como resultado deste esforço de pesquisa, foi projetado e implementado um sistema de recomendação de artigos científicos por meio de um plugin na plataforma Moodle. Pode-se perceber, a partir da experimentação do plugin pelos desenvolvedores, o potencial de oferecer recomendações de artigos científicos como opções de leitura complementar ao material didático disponibilizado pelo docente no Moodle. Destaca-se, entretanto, que o plugin ainda não foi validado por docentes e discentes.

Palavras-chave: Sistemas de recomendação. Artigos científicos. Periódicos de acesso aberto. Ambiente virtual de aprendizagem. Moodle.



Recebido 19/06/2023
Aceito 17/08/2023
Publicado 21/08/2023

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ABNT: JULIANI, J. P.; DONHA, R. D. G. Sistemas de Recomendação de Artigos Científicos: Integrando o Moodle com uma Base de Dados de Acesso Aberto. **EaD em Foco**, v. 13, n. 1, e2027, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18264/eadf.v13i1.2027>

Recommender Systems for Scientific Articles: Integrating Moodle with an Open Access Database

Abstract

Among the main reasons for dropping out of the distance learning institution are: content did not meet expectations (31.2%); inadequate instructional material (22.1%). As an alternative to mitigate the reasons for dropping out of distance courses related to not meeting expectations regarding content and didactic material, we have recommendation systems. This research aims to develop a recommendation system for scientific articles from open access journals through the integration of a journal database with the Moodle virtual learning environment. It is an applied research, with a qualitative approach, being classified as exploratory, and based on the technical procedures adopted, framed as a case study and bibliographical research. As a result of this research effort, a scientific article recommendation system was designed and implemented through a plugin on the Moodle platform. From the experimentation of the plugin by the developers, it can be seen that it has the potential to offer recommendations of scientific articles as complementary reading options to the didactic material made available by the teacher in Moodle. It is noteworthy, however, that the plugin has not yet been validated by teachers and students.

Keywords: Recommendation systems. Scientific articles. Open access journals. Virtual learning environment. Moodle.

1. Introdução

Os sistemas de recomendação (SR) são hoje responsáveis por uma mudança profunda nas relações comerciais entre cliente e empresa, na medida em que aumentam substancialmente as vendas no comércio eletrônico, a partir da oferta certa de produtos e serviços tendo como base as informações das transações realizadas com consumidores com perfis semelhantes.

A demanda por SR surge em virtude da grande quantidade de objetos informacionais existentes na internet e a consequente dificuldade dos seus usuários em filtrar conteúdo útil e relevante para ter a sua necessidade de informação atendida. Neste contexto, os sistemas de informação têm incorporado métodos de recomendação para a disponibilização de conteúdo sob medida para esses usuários (RESNICK e VARIAN, 1997).

A lista de programas e filmes sugeridos da Netflix¹ é um exemplo de uma experiência personalizada do usuário; cerca de 70% de tudo a que os usuários assistem é resultado de uma recomendação personalizada segundo a empresa. Em 2016, a empresa aprimorou em 10% o seu sistema de recomendação ao custo de um milhão de dólares. A percepção de valor dos SRs pela Netflix ocorre pelo fato de que quanto mais assertiva for a recomendação, mais clientes satisfeitos a empresa terá, e, por consequência, maior será a retenção de clientes. Quanto menor a rotatividade, maior a receita mensal. Aplicar um sistema de recomendação mais sofisticado e uma experiência personalizada ao usuário permitiu a Netflix uma

¹ É um serviço de streaming que oferece uma ampla variedade de séries, filmes e documentários premiados em milhares de aparelhos conectados à internet - <https://www.netflix.com/br/>.

economia de um bilhão de dólares por ano com cancelamentos de serviços. O mesmo valor dos SRs é percebido pela líder no varejo online Amazon.com². Seu algoritmo de filtragem colaborativa item a item, introduzido em 1998, apresenta recomendações aos clientes com base em linhas de produtos e área de assunto. Estima-se que 35% das compras dos consumidores na Amazon vêm de recomendações de produtos. (FAGGELLA, 2017).

Inspirado nos resultados exitosos experimentados pelas empresas que atuam no mercado online, especialmente no que se refere ao aumento da retenção de clientes, e no contexto do EaD marcado pelas altas taxas de evasão, essa pesquisa tem como propósito desenvolver um sistema de recomendação para plataforma Moodle, como forma de aumentar o engajamento dos alunos, por meio da indicação de conteúdos adicionais personalizados, a partir de artigos publicados em periódicos científicos de acesso aberto.

O relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Educação a Distância em 2018, indicou que a oferta de cursos regulamentados totalmente a distância quase quadruplicou, e o número de alunos matriculados registrou um aumento da ordem de 1,5 milhões de novos alunos em 2018, em comparação com 2017. Apesar da evidência do interesse crescente pela modalidade, o estudo apontou para o aumento da taxa de evasão dos cursos, sendo que a maior porcentagem de instituições (22,2%) encontra-se nas taxas de evasão entre 26% e 50% (DISTÂNCIA, 2019).

Entre as principais razões para o desligamento ou abandono do aluno da instituição de ensino estão: 1) falta de tempo para dedicar-se ao curso (46,8%), 2) conteúdo não atendeu às expectativas (31,2%), 3) material didático inadequado (22,1%), 4) tecnologia inadequada (16,9%), 5) falta de recursos para pagar o curso (3,9%) (TAVARES DE FREITAS ARAÚJO; BAYMA DE OLIVEIRA; GUIMARÃES MARCHISOTTI, 2016).

É fato que a entrega de materiais de aprendizagem adequados aos alunos, levando em consideração as preferências pessoais, evitam o estresse e a sobrecarga cognitiva. Neste sentido, os sistemas de recomendação assumem um papel importante no sentido de apoiarem educadores e alunos a encontrarem recursos educacionais relevantes e pertinentes aos seus perfis. Ademais, a existência de inúmeros recursos educacionais distribuídos em diferentes repositórios torna a tarefa de escolha adequada desses recursos um desafio para educadores e alunos (ALMEIDA *et al.*, 2015). Por isso, os sistemas de recomendação educacionais (SER) têm sido amplamente utilizados em ambientes de aprendizagem baseados na Web, como uma forma de fornecer suporte personalizado aos alunos enquanto realizam tarefas de aprendizagem (LAISA *et al.*, 2018).

Os sistemas de recomendação apresentam-se como alternativa para mitigar as razões para a evasão dos cursos a distância, relacionadas ao não-atendimento das expectativas com relação ao conteúdo e material didático. Entende-se por SR qualquer sistema capaz de produzir recomendações individualizadas e personalizadas para o usuário, de modo a sugerir objetos, tais como produtos, filmes, músicas, materiais didáticos, que lhe sejam interessantes ou úteis em um amplo espaço de opções possíveis (BURKE, 2002).

Deve-se ainda ressaltar que o “Estudo Sobre Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais”, publicado no VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação em 2017, apontou que apenas 16,1% dos artigos levantados na pesquisa tratam do desenvolvimento de SRE que proponham algum tipo de integração com o AVA Moodle (ROLIM *et al.*, 2017). Considerando a proeminência da plataforma Moodle em nível internacional, especialmente em cursos a distância, fica evidenciada a carência de SR que interaja com este ambiente, mesmo que os estudos apontem para a relevância dos SER, como alternativa para oferecer suporte personalizado para as tarefas de aprendizagem.

Este artigo está organizado em oito seções, a partir dessa introdução, a saber: Sistemas de recomendação, Sistemas de recomendação de artigos científicos, Periódicos científicos como fonte de informação

² É uma empresa maiores empresas de tecnologia do mundo e atua focada, principalmente, no comércio eletrônico - <https://amazon.com/>.

e conhecimento e o acesso aberto, O ambiente virtual de aprendizado Moodle, Metodologia, Resultados, Considerações finais e Referências.

2. Sistemas de recomendação

Os SRs ganharam relevância nos anos de 1990, quando o volume de informações disponível na internet aumentou ao ponto de tornar complexa a tarefa de recuperar informações, naquele momento representavam uma alternativa para filtrar informações relevantes. Os sistemas de recomendação utilizam informações do usuário para fazerem recomendações personalizadas, para tanto, diferentes fontes de dados podem ser inferidas para definir os interesses pessoais. Em um SR a entidade que recebe a recomendação é denominada de usuário e o produto da recomendação é chamado de item. A recomendação baseia-se na análise das interações entre usuários e itens. Considera-se que o histórico dessas interações podem sugerir boas indicações de recomendação (AGGARWAL, 2016).

Um SR geralmente possui os seguintes elementos (BURKE, 2002):

- Dados armazenados: refere-se aos dados registrados provenientes das interações entre itens e usuários;
- Dados do usuário ou de entrada: correspondem aos dados informados pelo o usuário ou inferidos sobre ele, também denominados de perfil do usuário, que servirão de entrada para o algoritmo de recomendação;
- Algoritmo de recomendação: é o elemento capaz de combinar os dados armazenados com os dados do usuário ou de entrada, produzindo como resultado as recomendações.

Um sistema de recomendação tem como objetivos (AGGARWAL, 2016):

- Relevância: um SR deve gerar recomendações que realmente sejam relevantes, e tenham seu valor percebido pelo usuário;
- Novidade: no sentido de recomendar itens ainda não conhecidos pelo usuário. Se o SR repetir recomendações, provavelmente não será mais usado pelo usuário;
- Serendipidade: como forma de promover a descoberta de itens inesperados, ao acaso, diferente daquilo que se estava procurando;
- Diversidade: fazendo com que o usuário não fique entediado com a recomendação de itens semelhantes.

O perfil do usuário pode ser construído a partir de algumas técnicas, entre elas destacam-se: a coleta de dados explícita, implícita e a inferência. Na coleta de dados explícita o próprio usuário informa as suas preferências, por meio da inserção de documentos ou pelo preenchimento de um formulário. Na coleta de dados implícita os dados são coletados pelo registro da navegação do usuário no sistema, como, por exemplo, as páginas acessadas no site, e os produtos adicionados pelo usuário no carrinho de compras de uma loja virtual. A técnica de inferência consiste em definir o perfil do usuário com base no padrão de comportamento de outros usuários (BARCELLOS *et al.*, 2007).

Entre os algoritmos de recomendação ou técnicas de filtragem destacam-se: a filtragem baseada em conteúdo (FBC), empregada nesta pesquisa, a filtragem colaborativa (FC) e filtragem híbrida (FH).

Uma recomendação gerada a partir da filtragem baseada em conteúdo considera que os usuários tendem a se interessar por itens que já se interessaram no passado. Este tipo de filtragem ocorre por meio da análise da similaridade de itens. Esta análise pode ser mais complexa a depender do tipo do item a ser analisado. Para itens como produtos, por exemplo, tais como um livro ou uma roupa, deverão ser iden-

tificados e comparados os respectivos atributos, tais como cor, preço e tamanho, no caso de uma roupa. No caso da recomendação de sites ou artigos científicos, por exemplo, faz-se necessária a utilização de técnicas de recuperação da informação, uma vez que a comparação se dá pela análise da similaridade dos termos contidos nos documentos (LICHTNOW *et al.*, 2006).

Para implementar essa filtragem, necessita-se inicialmente estabelecer quais serão os atributos utilizados para construir os perfis de itens e usuários. A esta abordagem dá-se o nome de modelo de espaço vetorial. Por meio das preferências dos usuários por cada item, torna-se possível indicar os pesos para os atributos do modelo de espaço vetorial para se possa, posteriormente, realizar as análises de similaridades. No caso de os valores dos atributos serem textuais, os pesos podem ser definidos pelo algoritmo *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF), este algoritmo se encarrega de aumentar o peso de termos frequentemente identificado em um documento (TF) que raramente aparecem nos demais (IDF) (LOPS; GEMMIS; SEMERARO, 2011).

Nesse contexto, Bai *et al.* (2019, p. 9326) explicam que:

O valor TF-IDF é uma medida estatística para avaliar a importância de uma palavra para um documento em uma coleção ou conjunto. A ideia básica do modelo TF-IDF é dividida em dois aspectos. Por um lado, quanto mais vezes a palavra-chave K aparece no documento D, mais importante será K para o documento D. Por outro lado, quanto maior a frequência de K aparecer em diferentes documentos, menor será a importância de K para distinguir os documentos.

Conforme Salton e MacGill (1983 apud CAZELLA; DRUMM; BARBOSA, 2010), na hipótese de os itens serem artigos científicos, o procedimento de comparar itens previamente avaliados pelo usuário pode ser favorecido, pois documentos e textos podem ser classificados como semelhantes quando compartilham termos em comum. Dessa forma a FBC mostra-se a técnica mais adequada para a recomendação de itens que possuem textos, pois seu conteúdo é comumente representado por palavras-chave.

Na hipótese de um SR de artigos científicos, Bai *et al.* (2019) explicam que os itens são os artigos em uma biblioteca digital e os usuários são os pesquisadores. As citações dos trabalhos de um pesquisador podem ser usadas para a construção do seu perfil. Ainda, os autores afirmam que existem várias formas para se construir o perfil do pesquisador, entre elas extrair palavras-chave das preferências e interesses do usuário. Além disso, podem-se extrair palavras-chave do título, do resumo e do conteúdo dos artigos para serem usados como representação deles, que são chamados de artigos candidatos e que podem ser recuperados da biblioteca digital. Assim, os SR de artigos calculam a semelhança das palavras-chave do perfil do pesquisador e dos artigos candidatos e os classificam, dessa forma os próximos artigos candidatos com alta similaridade podem ser recomendados para o pesquisador.

SRs podem atuar de diferentes formas quando interagem com o usuário: enviando sugestões intencionalmente de forma proativa via e-mail, por mensagem instantânea ou por outro meio, com consentimento prévio do usuário que é geralmente feito no cadastro para receber as recomendações e também podem atuar sob demanda, de forma que as sugestões apenas são apresentadas ao usuário se ele solicitar, por exemplo, na navegação em um site de compras clicando no link indicado como “sugestões para você”. Outra forma seria a atuação passiva, que são sugestões apresentadas dentro de um contexto de navegação, se o usuário estiver navegando para consumir livros, existirá sugestão de outros livros. (MOTTA *et al.*, 2011).

3. Sistemas de recomendação de artigos científicos

Alguns sistemas de recomendação foram desenvolvidos com o propósito de indicar aos seus usuários artigos científicos, são eles: Protótipo W-RECMAS, arXiv, CORE, SisRecAC, SysPaperAdvice, Arcabouço Para Busca e Recomendação de Artigos Científicos e MobilRec.

O protótipo de SR W-RECMAS (*Web-RECommender system based on Multi-Agent System for academic paper recommendation*) tem por objetivo recomendar artigos científicos para pesquisadores e estudantes, utilizando a base de dados do CV-Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do sistema Qualis da Capes, para coletar as informações necessárias para se calcular o Ranqueamento do Recomendador (métrica proposta para representar a relevância da opinião dos usuários que colaboraram na elaboração de uma recomendação para um usuário alvo) (CAZELLA, 2006).

A plataforma arXiv hospeda mais de dois milhões de artigos acadêmicos em oito áreas temáticas, possuindo moderadores voluntários que cuidam da curadoria. Oferecem aos seus usuários diversos serviços como: submissão de artigos, compilação, produção, busca e descoberta, recuperação e distribuição para leitores na web. Fundada em 1991, inicialmente como um servidor de pré-prints, hoje é mantida pela Cornell Tech³, que mantém ênfase em Acesso Aberto e colaboração e conhecimento para prosperar, atributos considerados como sua base de sustentação (CORNELL UNIVERSITY, 2022).

No ano de 2020, o arXiv e o CORE - maior coleção de artigos de pesquisa de Acesso Aberto do mundo - anunciaram uma parceria, a qual o arXiv fornece recomendações de artigos de pesquisa para seus usuários. As recomendações serão providas pela interface de programação de aplicações (API) do CORE (BEEL, 2020). A seguir a interface e suas abas são apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Interface do arXiv com a aba de recomendações.

The screenshot shows the arXiv interface for a paper in the field of Differential Geometry. The paper title is "On bicycle tire tracks geometry, hatchet planimeter, Menzin's conjecture and oscillation of unicycle tracks" by M. Levi, S. Tabachnikov. The interface includes a "Download" section with options for PDF and other formats. A "References & Citations" section lists sources like NASA ADS, Google Scholar, and Semantic Scholar. A "Related Papers" section is visible, featuring a "CORE Recommender" tool. A red arrow points to the "Related Papers" tab.

Fonte: Beel (2020)

3 <https://www.tech.cornell.edu/>

CORE é o maior agregador do mundo de artigos de pesquisa de Acesso Aberto de repositórios e de periódicos, possui mais de 25 milhões de textos completos. Além de fornecer serviços como o de busca de artigos científicos, a CORE possui um SR que funciona como um *plugin* para repositórios, periódicos e interfaces da web, provendo sugestões de artigos relevantes que estejam relacionados com os artigos que o usuário está lendo ativamente (CORE, 2022).

O SysRecAC se propõe a ser um sistema de metabusca, que utiliza o Google Acadêmico para descobrir artigos científicos baseado em palavras-chave que são extraídas de documentos, que são armazenados no sistema pelos usuários. O objetivo é que os artigos recomendados sejam similares a esses documentos armazenados.

O SysPaperAdvice é um protótipo de SR que emprega a FH com a técnica ponderada e entrega as recomendações independentemente da quantidade de dados que o usuário inseriu no sistema. A FH é constituída pela FBC e a FC (BARROS; SILVEIRA; PERTILE, 2016).

O Arcabouço Para Busca e Recomendação de Artigos Científicos, implementado em 2011, gera recomendações de artigos a partir de informações contidas em um documento em formato PDF enviado pelo usuário ao sistema. O conteúdo do arquivo PDF é extraído nos formatos HTML (*HyperText Markup Language*) e XML (*eXtensible Markup Language*) e realiza buscas em formulários de consultas em bases de duas bibliotecas digitais ACM, IEEE Xplore e ScienceDirect.

Por fim, o MobilRec, apresentado em 2010, é um sistema *mobile* que implementa a FBC. Este sistema forma um repositório de artigos científicos que são inseridos na sua base. Uma vez inserido, seu conteúdo é extraído, e pelo método TF-IDF são identificados os usuários com maior interesse no artigo. Finalmente o sistema envia a recomendação para o usuário (BARROS; SILVEIRA; PERTILE, 2016).

4. Periódicos científicos como fonte de informação e conhecimento e o acesso aberto

Um dos primeiros periódicos que surgiu na Inglaterra, *Philosophical Transactions*, fundado por um grupo de filósofos ligados à Royal Society, continua sendo publicado até os dias de hoje e, segundo Mueller (2000), esta instituição inglesa considera que são quatro as funções atuais do periódico científico:

- Comunicação formal dos resultados da pesquisa original para a comunidade científica e interessados;
- Preservação do conhecimento registrado;
- Estabelecimento da propriedade intelectual;
- Manutenção do padrão da qualidade na ciência.

Biojone (2013) atesta que os periódicos seguramente funcionam como a principal ferramenta de propagação científica, e que, quando a publicação do resultado de uma pesquisa por esse meio é lida por seus pares, torna-se legítima. Dessa forma ela poderá ser vista pelos demais pesquisadores, criticada e revisada. Os periódicos são veículos que realizam esse papel de comunicação dentro da comunidade científica, recebendo os trabalhos originais e os encaminhando para avaliadores, para que procedam à revisão do original às cegas e aos pares, garantindo que os artigos, uma vez publicados, atendam aos padrões adequados de qualidade estabelecidos pelo corpo editorial do periódico.

As modificações que ocorreram e continuam a ocorrer no jeito de se comunicar e a crescente demanda por informação e inovação, seja na forma científica ou não, aceleraram a transição do fluxo de informação para o meio eletrônico, fazendo surgir os periódicos científicos eletrônicos em grande número.

É no periódico eletrônico que ocorre o início do processo, desde a submissão e editoração, até a distribuição dos artigos científicos, totalmente em meio digital. Oferece, além do texto completo, acesso integral à coleção de artigos, busca em metadados, links, referências cruzadas, estatísticas de citação, acesso, entre outras possibilidades (BIOJONE, 2003).

Entende-se por Acesso Aberto (AA) o acesso gratuito por qualquer pessoa aos resultados de pesquisas científicas, baseado no argumento de que, por ser considerado um bem público, o conhecimento científico deve estar disponível e ao alcance de todos, sendo uma alternativa ao modelo considerado tradicional em que o acesso é cobrado. (FAPESP, 2019).

5. O ambiente virtual de aprendizado Moodle

Os Ambientes Virtuais de Aprendizado (AVA) correspondem a um pacote de software que tem por finalidade possibilitar o processo ensino-aprendizagem (MCKIMM; JOLLIE; CANTILLON, 2003). Podem ser percebidos por outros autores como um mediador do processo ensino-aprendizagem a distância ou como um software capaz de gerenciar os vários aspectos do ensino-aprendizagem (SANTOS; BALBINO; GOMES, 2015).

O Moodle é um dos AVA mais utilizados no mundo. Atualmente, conta com 239 países utilizando o sistema, sendo que o Brasil ocupa a quinta posição na lista dos dez maiores utilizadores. No Brasil são mais de 8.361 registros de uso do software ("Moodle stats", 2023).

Moodle é um acrônimo para Modular *Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, e também corresponde a um verbo na língua inglesa que "descreve o processo de passar por algo despreocupadamente fazendo as coisas quando sentir vontade de fazê-las tornando, assim, as tarefas mais agradáveis, o que acaba por estimular a introspecção e a criatividade" (SANTOS; BALBINO; GOMES, 2015).

Trata-se de um *software* de código aberto (*software* livre) que conta, para o seu desenvolvimento e personalização, com uma comunidade de desenvolvedores espalhados pelo mundo coordenado pela empresa Moodle Pty Ltd, localizada em Perth, Austrália. O Moodle teve a sua primeira versão disponibilizada para uso em 2002, a partir da iniciativa do analista de sistemas Martin Dougiamas (MARCHI, 2017). Sendo um software livre é totalmente gratuito, podendo ser baixado e instalado sem custo algum. Requer basicamente que seus usuários disponham de um computador conectado à internet e que neste computador tenha sido instalado um navegador.

O sistema Moodle oferece um conjunto de recursos/ferramentas que podem ser agrupadas em três eixos (PULINO FILHO, 2004):

- Interação entre usuários: por meio de ferramentas para interação com e entre professores e estudantes, tais como: bate-papo, fórum e mensagem instantânea;
- Gerenciamento de conteúdo: permite a organização dos conteúdos a serem disponibilizados aos estudantes a partir da definição de disciplinas e/ou turmas, e por meio de recursos como páginas, arquivos para download, lições, livros e links para sites de internet;
- Avaliação e acompanhamento: possibilitando criar avaliações, receber e avaliar as tarefas desenvolvidas, criar questionários e enquetes, atribuir de notas, calcular médias entre outras funcionalidades.

Além dos recursos nativos supracitados, o Moodle conta com um ecossistema de *plugins* que correspondem a funcionalidades que podem ser implementadas pelos desenvolvedores ao redor do mundo e disponibilizadas para uso. Entre essas funcionalidades pode-se mencionar a integração com sistemas de webconferência, a criação de grupos para alunos para a realização de atividades, ou os módulos que possibilitam a "gamificação" das atividades de ensino-aprendizagem.

6. Metodologia

Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como pesquisa aplicada, uma vez que tem como propósito a resolução de um problema concreto. A abordagem empregada será qualitativa em função de que os dados coletados serão analisados por meio da interpretação subjetiva. Quanto aos objetivos, caracteriza-se como exploratória. Uma pesquisa exploratória tem o propósito de examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado, sobre o qual se têm muitas dúvidas. A pesquisa caracteriza-se como exploratória, pois tem como missão investigar como os elementos e algoritmos de recomendação deverão ser empregados, bem como levantar quais estratégias de integração entre sistemas serão utilizadas, visando a implementação do SR. Finalmente, com relação aos procedimentos técnicos, se enquadra como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica forneceu os insumos para a modelagem e implementação do SR integrado ao Moodle. A classificação como estudo de caso deve-se ao fato de que a pesquisa será desenvolvida no CEAD, tendo como base o AVA Moodle da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Os procedimentos metodológicos basicamente contemplam duas etapas. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico com vistas a entender o propósito, os conceitos e como funcionam os sistemas de recomendação de artigos científicos existentes, bem como compreender o protocolo de interoperabilidade de base de dados de artigos científicos, tendo como objetivo desenvolver um SR integrado ao AVA Moodle. O levantamento bibliográfico foi desenvolvido a partir de consultas ao portal de periódicos da CAPES e Google Scholar, por meio das seguintes palavras-chave: "sistemas de recomendação", "periódicos científicos", "ambientes virtuais de aprendizagem AND moodle", sem recorte temporal.

Cabe ressaltar que no levantamento de sistemas de recomendação de artigos científicos foram identificadas plataformas como Google Acadêmico, ResearchGate, Academia.edu, que oferecem funcionalidades aos seus usuários relacionadas a recomendação de artigos científicos, entretanto não foram consideradas por se tratarem de aplicações comerciais, que cobram pelo serviço e não oferecem detalhes sobre o funcionamento dos seus algoritmos de recomendação.

Assim, o levantamento bibliográfico realizado possibilitou estabelecer uma lista de requisitos a partir da correlação entre os temas pesquisados para a proposição do SR de artigos científicos integrado ao Moodle. O produto da pesquisa é o protótipo desse sistema de recomendação, a ser descrito na seção seguinte. Deve-se ressaltar que o protótipo desenvolvido não foi submetido a avaliação de professores, alunos e demais usuários do Moodle, em algum curso que esteja, de fato, sendo oferecido por esta AVA.

7. Resultados

Ao final do estudo bibliográfico os seguintes requisitos foram estabelecidos para o desenvolvimento do SR de artigos científicos integrado ao Moodle:

- a. Utilizar como técnica de filtragem a baseada em conteúdo (FBC), uma vez que esse tipo de filtragem, conforme definido por Lichtnow (2006), está alicerçada na análise da similaridade dos termos contidos nos documentos, ou seja, na similaridade entre o material didático acessado pelo aluno no Moodle, com o conteúdo dos artigos científicos contidos na base de dados;
- b. O processo de coleta de dados deveria ser implícito, os dados a serem coletados referem-se ao conteúdo da página do Moodle em que o aluno está acessado, desde que essa página corresponda a algum material didático;
- c. O SR desenvolvido deveria ser relevante, além de apresentar novidade, serendipidade e diversidade;

- d. O SR desenvolvido deveria incorporar elementos da ergonomia de interfaces, sendo fácil de usar;
- e. Os artigos científicos recomendados deveriam ser publicados em periódicos indexados no Qualis CAPES4 ;
- f. A recomendação de artigos deveria ocorrer sob demanda, quando solicitada pelo aluno;
- g. O modus operandi do SR deveria ser inspirado na proposta do sistema de recomendação do arXiv em função da similaridade de propósitos;
- h. A integração do SR com o Moodle deveria ser implementada por meio de um plugin, de forma a poder ser utilizado por outras instituições, e poder ser atualizado para funcionar em futuras versões do Moodle.

Com relação aos elementos do SR proposto, conforme o estabelecido por (BURKE, 2002):

- a. Dados armazenados: refere-se aos metadados dos artigos científicos (título, resumo, palavras-chave, nome(s) do(s) autor(es), data de publicação, nome do periódico e texto completo do artigo) extraídos dos periódicos científicos indexados no Qualis CAPES;
- b. Dados do usuário ou de entrada: o dado de entrada para que o sistema realize a recomendação corresponderia ao conteúdo textual do recurso acessado pelo aluno no Moodle: página, arquivo, lição ou livro. Para fins de prototipação foi selecionado apenas o livro como recurso. Portanto, a recomendação de um artigo científico teria como base o conteúdo do capítulo do livro visualizado pelo estudante;
- c. Algoritmo de recomendação: o algoritmo utilizado para realizar a verificação de similaridade dos termos contidos nos documentos deveria ser o TF-IDF, pelo fato de o SR proposto estar baseado na filtragem baseada em conteúdo.

No tocante aos dados armazenados, deve-se considerar que este protótipo fez uso de uma base de dados de artigos científicos denominada Ecoar⁵. A escolha pela Ecoar deveu-se ao fato desta base somente indexar artigos publicados em periódicos científicos listados no Qualis Capes, requisito “E”, estabelecido pelos pesquisadores. Trata-se de um requisito de qualidade do projeto. Mesmo que o Qualis Capes não tenha sido desenvolvido com esse propósito, é utilizado como referência de pesquisa por pesquisadores brasileiros. Cabe ressaltar que base de dados CORE, candidata a ser utilizada como fonte de metadados de artigos científicos, foi descartada pelo fato de indexar metadados de qualquer periódico de acesso aberto, ou repositório institucional.

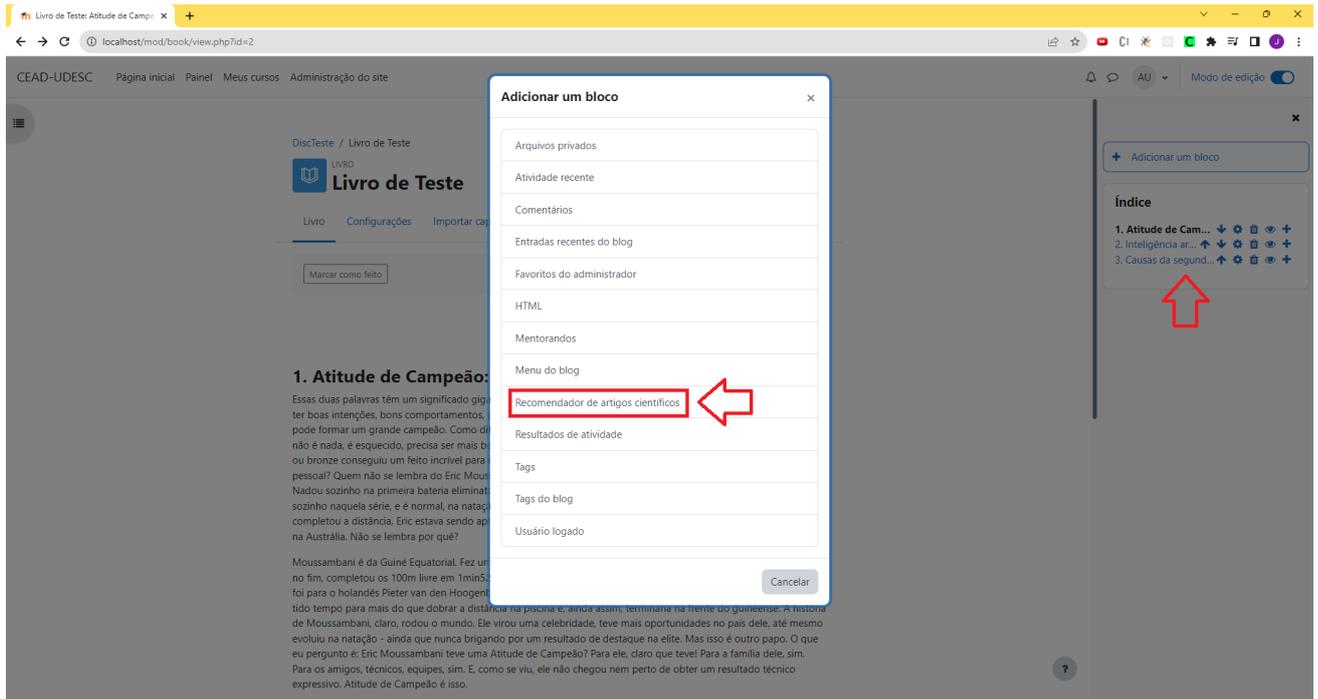
O sistema Ecoar, hoje, é um buscador de artigos científicos de Acesso Aberto, cuja base foi preenchida com artigos publicados em periódicos listados no Qualis CAPES, estratos A e B, nas 49 áreas de conhecimento. Possui mais de 2 milhões de artigos que podem ser consultados, sendo a busca realizada no texto completo dos artigos, com filtros de área de conhecimento, ano e Qualis. A sua base de artigos é atualizada permanentemente, na medida em que os artigos são publicados nos periódicos, o sistema realiza a sua coleta e indexação. O sistema Ecoar, por sua vez, interage com a plataforma Sucupira, onde busca os periódicos de Acesso Aberto para importar os artigos neles contidos, através do protocolo OAI-PMH.

O *plugin* desenvolvido para o Moodle para recomendar artigos científicos foi implementado, pelos autores desta pesquisa, com o auxílio do gerador de *plugins* denominado Skeleton. O tipo de componente escolhido foi o bloco, com vistas a atender ao requisito “D” estabelecido pelos pesquisadores, relacionado à facilidade de uso.

Para que o aluno faça uso do *plugin* de recomendação de artigos basta que os administradores do Moodle façam a sua instalação, e o professor adicione o bloco “Recomendador de artigos científicos” ao livro desejado. A Figura 2 demonstra este procedimento.

4 <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>

5 <https://ecoar.app/>

Figura 2: Adição do *plugin* de recomendação de artigos no Moodle.

Fonte: Desenvolvida pelos autores.

Uma vez adicionado, o *plugin* está pronto para uso não sendo necessária nenhuma configuração adicional. Ao acessar o livro da disciplina o *plugin* fica ativo, aguardando ao pedido de recomendação de artigos a ser feito pelo aluno, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Utilização do *plugin* de recomendação de artigos no Moodle.

Fonte: Desenvolvida pelos autores.

Ao clicar em "Receber a recomendação" o *plugin* coleta o conteúdo textual do capítulo do livro em tela (destacado em laranja), se comunica com o sistema Ecoar, e envia os dados em formato *json* para que o

Ecoar, utilizando-se do algoritmo TF-IDF, localize os artigos com maior similaridade ao conteúdo do capítulo do livro, retornando ao Moodle, também em formato *json*, os metadados (título, link, autores, resumo, data de publicação, periódico e estrato qualis do periódico) dos dez artigos melhores ranqueados (com maior índice de similaridade), conforme ilustrado na Figura 4, destacado em verde. Para acessar o artigo basta clicar sobre o seu título apresentado na forma de hiperlink, ao clicar, o arquivo em formato PDF do artigo é carregado em uma nova aba do navegador para a leitura do estudante.

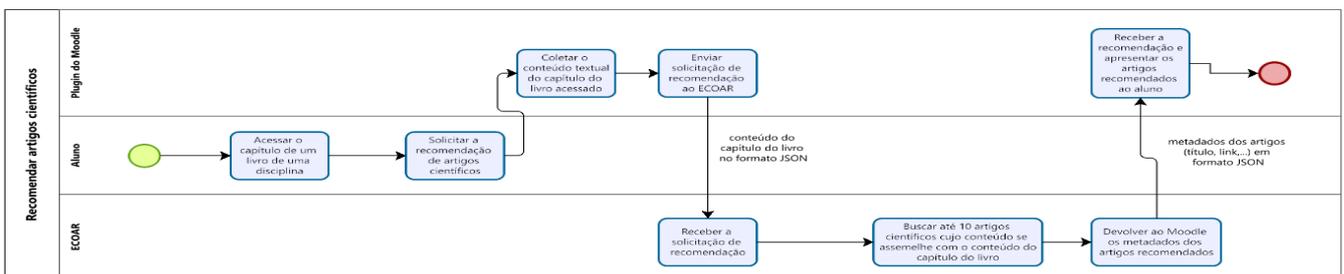
Figura 4: Artigos sugeridos pelo *plugin* de recomendação.

The screenshot shows a Moodle interface for a book chapter titled 'Livro de Teste'. The main content area displays the first chapter, '1. Atitude de Campeão: o que é ser um campeão de verdade?'. The text discusses the concept of a champion and mentions Eric Moussambani. A sidebar on the right, titled 'Recomendador de artigos científicos', lists several recommended articles. The first article, '1. Histórias do salto com vara no Brasil: entrevistando Sinibaldi Gerbasi', is highlighted with a red border. The second article, '2. O PREÇO DE UM SONHO: a realidade do esporte que não é mostrada pela mídia', is highlighted in green.

Fonte: Desenvolvida pelos autores.

Para a melhor compreensão do modo de funcionamento do *plugin*, a Figura 5 apresenta o fluxograma do processo utilizando a notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*).

Figura 5: Fluxograma do processo de recomendação.



Fonte: Desenvolvida pelos autores.

Observa-se, pelo fluxograma apresentado, a simplicidade de funcionamento do *plugin* desenvolvido, não há necessidade de parametrização, não há necessidade de inserção de qualquer informação para que o *plugin* funcione, uma vez adicionado ao livro, basta que o aluno requisiute a recomendação ao acessar um material didático disponibilizado pelo professor por meio do recurso "livro". Outro aspecto a ser

sublinhado é a qualidade da recomendação, o que indica o potencial do *plugin* para, de fato, auxiliar os alunos nas suas demandas por material didático complementar.

8. Considerações finais

É inegável que os sistemas de recomendação têm gerado impactos muito significativos, especialmente no contexto mercadológico. Estes sistemas têm se apresentado como ferramentas de marketing extremamente eficientes, desde as primeiras atuações comerciais da Amazon.com, no final dos anos dois mil, quando vendia seus produtos online por meio da estratégia de *cross selling* (venda cruzada), até os poderosos algoritmos de recomendação contemporâneos utilizados pela Netflix. Segundo Jeff Bezos, CEO da Amazon, um total de 35% de todas as vendas da empresa são um resultado direto da venda cruzada. Trata-se de um mecanismo de recomendação de produtos com base na compra de outros consumidores. A pesquisa desenvolvida demonstra que os benefícios aferidos pelas empresas, podem também serem explorados em outros ambientes. A percepção de valor dos sistemas de recomendação no contexto educacional, em especial, aqueles que têm como propósito recomendar artigos científicos, se traduz pela quantidade de projetos descritos nesta pesquisa. Ao todo foram dez projetos, sendo sete que oferecem informações sobre o seu funcionamento e por isso foram descritos na pesquisa, mais três projetos listados, mas não descritos, pelo fato de se tratarem de aplicações comerciais.

Apesar do quantitativo de projetos encontrados, nenhum foi localizado, com o foco de oferecer recomendações de artigos científicos, integrado a um ambiente virtual de aprendizagem. Neste aspecto, destaca-se a inovação proposta pela pesquisa, que pode apresentar um caminho para auxiliar na mitigação de duas das principais razões para o desligamento ou abandono do aluno de EaD: “conteúdo não atendeu às expectativas”, e “material didático inadequado da instituição de ensino”.

Ratifica-se que o *plugin* do sistema de recomendação de artigos científicos foi prototipado, mas ainda não experimentado por docentes e discentes, apenas pelos seus desenvolvedores. Pretende-se, a partir do *plugin* desenvolvido, instalá-lo no Moodle da UDESC, e utilizá-lo nos cursos de graduação ofertados na modalidade EaD, com objetivo de validá-lo. É fundamental avaliar os efeitos pedagógicos do uso do *plugin* pelos alunos: se os artigos recomendados ajudaram os alunos a resolverem dúvidas sobre o material didático, se os artigos recomendados complementaram/enriqueceram o aprendizado alcançado pelo material didático, ou se o que foi recomendado despertou o aluno para aprofundar os seus estudos sobre o tema abordado no material didático. Inicialmente o *plugin* foi desenvolvido para recomendar artigos científicos para o recurso livro do Moodle, entretanto pretende-se expandir a sua aplicação para outros recursos, como a página e a lição.

Referências

- AGGARWAL, C. C. **Recommender systems: The Textbook**. [s.l.] Springer International Publishing Switzerland 2016, 2016.
- ALMEIDA, R. *et al.* Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais para Grupos de Redes Sociais: um Mapeamento Sistemático. **Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015)**, v. 1, n. Sbie, p. 1022, 2015.
- BAI, X. *et al.* **Scientific Paper Recommendation: A Survey**. IEEE Access, v. 7, p. 9324-9339, 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2890388. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8598708> - Acessado em: 11 dez. 2021.

- BARCELLOS, C. D. *et al.* **Sistema de Recomendação Acadêmico para Apoio a Aprendizagem**. Renote, v. 5, n. 2, 2007.
- BARROS, A.; SILVEIRA, S. R.; PERTILE, S.L. **SysPaperAdvice: desenvolvimento de um protótipo de Sistema de Recomendação de artigos trabalhos científicos**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal de Santa Maria, Westphalen, 2016.
- BIOJONE, M. R. **Os periódicos científicos na comunicação da ciência**. São Paulo: Educ/Fapesp, 2003.
- BURKE, R. **Hybrid recommender systems: Survey and experiments**. 2002.
- CAZELLA, S. C. **Aplicando a Relevância da Opinião de Usuários em Sistema de Recomendação para Pesquisadores**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.
- CORE. **About CORE**. Disponível em: <https://core.ac.uk/about> - Acesso em: 10 mar. 2022.
- CORNELL UNIVERSITY. **arXiv: About**. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/about> - Acesso em: 28 fev. 2022.
- CORNELL UNIVERSITY. **CORE Recommender now supports article discovery on arXiv**. 2020. Disponível em: <https://blog.arxiv.org/2020/10/15/core-recommender-now-supports-article-discovery-on-arxiv/> - Acessado em: 28 fev. 2022.
- DISTÂNCIA, A. – A. B. DE E. A. **Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2018**. São Paulo: [s.n.].
- FAGGELLA, D. **The ROI of recommendation engines for marketing**. Disponível em: <https://martechtoday.com/roi-recommendation-engines-marketing-205787> Acesso em: 13 nov. 2023.
- FAPESP (São Paulo). **Acesso Aberto**. 2019. Disponível em: https://www.aguia.usp.br/apoio-pesquisador/aceso-aberto-usp/entenda-o-que-e-aceso-aberto/?doing_wp_cron=1603999780.6702959537506103515625 - Acesso em: 27 nov. 2020.
- GARCIA, P. de A. B.; SUNYE, M. S. **O protocolo OAI-PMH para interoperabilidade em bibliotecas digitais**. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA PARA GESTÃO DE DADOS E METADADOS DO CONE SUL, 1., 2003, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: UEPG, 2003. Disponível em: <https://docplayer.com.br/14283209-O-protocolo-oai-pmh-para-interoperabilidade-em-bibliotecas-digitais.html> - Acesso em: 25 jan. 2022.
- GATTO, E. C.; ZORZO, S. D. **Personalização: O que é?**. 15 mar. 2018. Apresentação em Slideshare. 50 slides, color. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/elainececiliagatto/personalizao-o-que> - Acesso em: 21 nov. 2021.
- LAISA, J. *et al.* Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Sistemas de Recomendação Educacional. **Anais do IX Computer on the Beach**, n. June, p. 751–760, 2018.
- LICHTNOW, D. *et al.* **O USO DE TÉCNICAS DE RECOMENDAÇÃO EM UM SISTEMA PARA APOIO À APRENDIZAGEM COLABORATIVA**. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), v. 14, n. 3, 2006.
- LOPS, P.; GEMMIS, M. DE; SEMERARO, G. **Recommender Systems Handbook**. [s.l.] Springer, 2011.
- MARCHI, J. P. **Introdução ao ambiente virtual de ensino aprendizagem Moodle**. 1. ed. Santa Maria: [s.n.].
- MOTTA, C. *et al.* **Sistemas de Recomendação**. In: PIMENTEL, M., FUKS, H. Sistemas Colaborativos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 230-244.

MCKIMM, J.; JOLLIE, C.; CANTILLON, P. **ABC of learning and teaching**. BMJ, p. 870–873, 2003.

Moodle stats. Disponível em: <https://stats.moodle.org/> - 2023.

MUELLER, S. P. M. **O periódico científico**. In: CAMPELLO, B. S.; CENDON, B. V.; KREMER, J. M. Fontes de informação para pesquisadores e profissionais. Belo Horizonte: UFMG, 2000. p. 73-94.

OPEN ARCHIVES. **Open Archives Initiative: organization**. Open Archives, [201-?a]. Disponível em: <https://www.openarchives.org/organization/>. Acesso em 25 fev. 2022.

PULINO FILHO, A. R. **Introdução ao Moodle Ambiente de Aprendizagem**. Disponível em: http://avabahia.fiocruz.br/pluginfile.php/704/mod_resource/content/1/Manual_Moodle_UNB_-_Modulo_1.pdf

RESNICK, P.; VARIAN, R. **Recommender systems**. ACM Communications, March v. 40, n. 3, p. 56, 1997.

ROLIM, V. *et al.* Um Estudo Sobre Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais. **Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017)**, v. 1, n. Cbie, p. 724, 2017.

SANTOS, G. S.; BALBINO, L. A.; GOMES, D. C. **A USABILIDADE DE UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM: UM ESTUDO SOBRE O MOODLE NO IFRN – CAMPUS CURRAIS NOVOS**. *Holos*, v. 6, p. 338, 2015.

TAVARES DE FREITAS ARAÚJO, N.; BAYMA DE OLIVEIRA, F.; GUIMARÃES MARCHISOTTI, G. **RAZÕES PARA A EVASÃO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**. Apresentação Trabalhos Científicos. **Anais...Associação Brasileira de Educação a Distância ABED**, 20 set. 2016 Disponível em: <http://www.abed.org.br/hotsite/22-ciaed/pt/anais/>