

Especificação de Sistema de Recomendação Educacional de Incentivo as Interações em Plataforma Social de Aprendizagem

Aluisio José Pereira, CIn/UFPE, ajp3@cin.ufpe.br,
<http://orcid.org/0000-0003-2960-3481>

Alex Sandro Gomes, CIn/UFPE, asg@cin.ufpe.br,
<https://orcid.org/0000-0003-1499-8011>

Tiago Thompsen Primo, CDTec/UFPE, tiago.primo@inf.ufpel.edu.br,
<https://orcid.org/0000-0003-3870-097X>

Resumo: Os avanços nas estratégias de Inteligência Artificial (IA) têm promovido formas cada vez mais sofisticadas de interação social entre indivíduos em diferentes domínios virtuais. Atreladas aos ambientes de redes sociais, por exemplo, permite mapear padrões, classificar e agrupar em diferentes propósitos as comunicações entre os usuários. No entanto, no domínio educacional, atrelado as plataformas sociais de aprendizagem, ainda há uma carência de instrumentos com estratégias que auxiliem nas interações sociais entre estudantes e professores no processo de ensino-aprendizagem. Esse artigo apresenta a especificação de uma abordagem de Sistema de Recomendação Educacional (SRE) com funcionalidades de mitigar diferentes níveis de interações dos estudantes para promover recomendações, em especial, entre pares de ajuda. São apresentadas as principais dificuldades ressaltadas pelos estudantes e professores, além da especificação diante do problema da baixa frequência de interações dos estudantes.

Palavras-chave: plataformas sociais de aprendizagem, interações sociais, sistema de recomendação educacional.

Specification of an Educational Recommendation System to Incentivize Interactions in a Social Learning Platform

Abstract: Advances in Artificial Intelligence (AI) strategies have promoted increasingly sophisticated forms of social interaction between individuals in different virtual domains. Linked to social network environments, for example, it allows mapping patterns, classifying and grouping communications between users for different purposes. However, in the educational domain, linked to social learning platforms, there is still a lack of instruments with strategies that help social interactions between students and teachers in the teaching-learning process. This article presents the specification of an Educational Recommender System (ERS) approach with functionality to mitigate different levels of student interactions to promote recommendations, especially among peer helpers. The main difficulties highlighted by students and professors are presented, in addition to the specification for the system, in addition to the specification in the face of the problem of the low frequency of student interactions.

Keywords: social learning platforms, social interactions, educational recommender system.

1. Introdução

Durante a pandemia de Covid-19, foram reveladas as dificuldades dos estudantes e professores na adoção de tecnologias em diferentes níveis de ensino (GACS; GOERTLER; SPASOVA, 2020) (PETERSON *et al.*, 2020) (DANIEL, 2020). Contextos que estavam geograficamente distantes possibilitavam o emprego de

Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) à medida que instituições de ensino presencial passaram a modalidades remotas de emergência. Após os períodos mais críticos de distanciamentos, ocorreu a migração progressiva para atividades híbridas (com parte da carga horária ensino presencial, parte remota), permanecendo os efeitos das mudanças no contexto educacional provocadas pela adoção de ambientes virtuais. Essas mudanças vêm se perpetuando no pós-pandemia (MUKHTAR *et al.*, 2020) (SONEGO; SILVA; BEHAR, 2021). Dentre os ambientes virtuais, as plataformas sociais de aprendizagem ou Redes Sociais Educacionais (RSE), combinam as tendências das Redes Sociais e AVA (AL-IBRAHIM; AL-KHALIFA, 2014) (NGUYEN; SONG, 2016). Possibilitando interações (professor-aluno, aluno-aluno, um-para-um, um-para-muitos e muitos-para-muitos) (BORGES *et al.*, 2017). No entanto, acompanhar as tendências, não garante necessariamente que as interações ocorram de maneira significativa. Mesmo que isso ocorra, se faz necessário observar adequadamente os dados digitais, com ênfase no propósito de facilitar a experiência educacional (LUCENA *et al.*, 2021).

Os Sistemas de Recomendação (SR), que usam estratégias de Inteligência Artificial (IA), por exemplo, evoluíram de modo a mitigar massivamente dados digitais transformando-os em conhecimento. Nesse sentido, quando utilizados com fins educacionais, ou seja, os Sistemas de Recomendação Educacional (SRE) podem ser vinculados ao AVA (DE MEDIO *et al.*, 2020) e RSE (DEL CASTILLO-CARRERO; HERNÁN-LOSADA, 2014). Porém, mesmo voltados ao domínio educacional, ao projetar esses sistemas, ainda prevalecem abordagens centradas nas técnicas ou algoritmos de Aprendizagem de Máquina (AM) utilizados na filtragem e classificação de itens (CHETTAOUI; ATIA; BOUHLEL, 2021). Destacando pouco envolvimento dos sujeitos no projeto, isto é, apenas em etapas de validação ou julgamento da comprovação da eficácia do sistema após o desenvolvimento da solução (ERDT; FERNÁNDEZ; RENSING, 2015) (GENG *et al.*, 2019) (ZENG *et al.*, 2021), (RAHAYU; FERDIANA; KUSUMAWARDANI, 2022). Essa forma de envolver os sujeitos, em nossa percepção, limita as possibilidades que o SR tem no ambiente educacional. Na pretensão de dirimir essa limitação, é essencial envolver a participação dos usuários desde os estágios iniciais do projeto da solução (LAISA *et al.*, 2018).

Nesse estudo, antecipamos o envolvimento dos atores já nas etapas iniciais da especificação do SRE, a fim de obter respostas a indagação formulada por Fazeli *et al.* (2014), sobre: "Qual sistema de recomendação é mais adequado para uma plataforma de aprendizagem social?". Assim, o ponto de partida foram os padrões de interações nos quais cada grupo se destaca, identificados por Pereira *et al.* (2021). Oportunamente, permitindo buscar o que os motivam a se manterem ativamente interativos, objetivando especificar um Sistema de Recomendação Educacional (SRE) com funcionalidades de estímulo a dinâmica de interação entre estudantes e professores em uma plataforma social de aprendizagem.

O restante deste texto está organizado em três outras seções. A Seção 2 apresenta o método com as técnicas e procedimentos da especificação do SRE. A Seção 3 os resultados e discussões. Na Seção 4 as considerações acerca do estudo.

2. Método

Para especificar o SRE, seguimos abordagens do *Design Science Research* (LACERDA *et al.*, 2013) e *design* de interação (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013) (RAZAK *et al.*, 2021). A Figura 1 apresenta as etapas (análise do problema, compreensão da proposta de solução, especificação interativa, refinamento e reflexão). Nesse processo, não foram só coletas das percepções dos participantes quanto as suas dinâmicas de interações no

contexto da Redu.Digital, que se trata de um ambiente virtual de RSE (REIS; GOMES; DE SOUZA, 2014) (DE ALMEIDA *et al.*, 2020), mas também, as que ocorreram por meios externos a Redu. Para tanto, foram selecionados estudantes e professores do Ensino Fundamental (EF) e do Ensino Médio (EM) de uma Instituição Pública Federal da Educação Básica, localizada na região metropolitana de Recife, Pernambuco, Brasil. Visto que, as atividades escolares na instituição foram mediadas pela Redu.

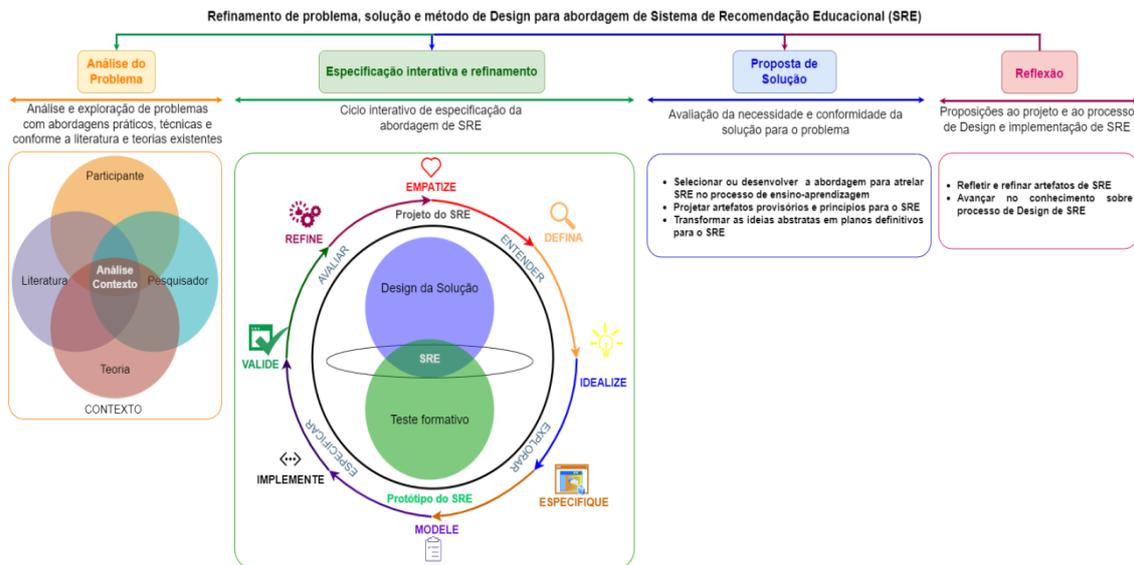


Figura 1 - Refinamento do problema e processo de *design* da especificação do SRE

A partir desta percepção de contexto que integra as dimensões físicas, digitais e subjetivas, adotou-se um fluxo interativo com etapas de imersão, síntese, geração e seleção de ideias para o SRE. Nas seções seguintes, apresentamos a análise do contexto do problema, as técnicas/procedimentos da especificação do SRE, os resultados com a proposta de solução que, ao final, concluímos refletindo com as considerações sobre as etapas adotadas no processo de especificação.

2.1. Análise do problema

Na análise do problema, pressupôs ser fundamental envolver os sujeitos para fornecer informações sobre as facetas, causas-contextuais dos baixos níveis de interação ou das motivações ao manterem-se interativos. Neste ponto, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com 10 professores (representantes de diversas áreas de conhecimento que atuavam no EF e/ou EM) e 13 estudantes (8 EF e 5 EM). Os participantes foram convidados por comunicação interna da instituição de ensino. Com o propósito de formalizar a participação foram elaborados Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os participantes maiores de 18 anos ou destinados aos responsáveis por estudantes menores de 18 anos. O protocolo de perguntas buscou coletar às principais dificuldades, assim como, as estratégias de interações sociais durante as atividades escolares. As entrevistas foram realizadas por videoconferências, registradas em arquivo multimídia, os quais foram codificados pela sequencialidade de realização. As transcrições ocorreram com correções de concordâncias (verbal ou nominal), não foram registradas interrupções, vícios de linguagem e repetições de palavras. Os transcritos serviram de fonte de análise de conteúdo (BARDIN, 1977), codificadas indutivamente por trechos das falas com auxílio do *software* de análise de dados qualitativos NVivo® 12 (EDHLUND; MCDUGALL, 2019).

2.2. Proposta de solução e especificação

Para proposta de solução foram selecionados ideais de quais requisitos de sistemas derivaram das necessidades dos estudantes e professores. A partir da análise das entrevistas realizadas, foram levantados requisitos de sistema para atrelar o SRE a Redu. Nesta fase da pesquisa, adotaram-se técnicas de elicitação de requisitos, por meio das quais procederam às descrições dos requisitos, a modelagem de Casos de Uso (UC) e Processo de Negócio. Permitindo representar o fluxo do processo da projeção futura (TO BE) (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

3. Resultados e Discussão

Quando os usuários interagem na plataforma Redu ocorrem: envio-recepção de mensagens via *chat* e postagens em murais das disciplinas que estão matriculados ou nos fóruns de discussões de cada material de aula. Em um estudo, Pereira *et al.* (2021), constataram grupos com baixos níveis de interações. Eram esperadas interações massivamente mediadas pela Redu, oficialmente adotado pela institucional. Porém, parte das interações ocorreu por estratégias descentralizadas em múltiplas plataformas, como identificado em outras plataformas (KAIESKI; GRINGS; FETTER, 2015) (VILLALTA; SILVA, 2021). As interações mediadas na Redu e por meios externos, apontaram contingências do cotidiano das atividades dos sujeitos, como definido por Pink *et al.* (2017).

3.1 Necessidades de interação em plataforma social de aprendizagem

As principais necessidades identificadas nos relatos dos estudantes decorriam de situações, tais como: tempo para obterem respostas — A04: “*Para falar com o professor fica mais difícil que você tem que mandar algo no ambiente virtual. Ele só responde depois de um tempo, às vezes, não responde.*” —, relativas a pedidos de ajuda — A03: “*Foi à demora mesmo, que eles geralmente tinham bastantes estudantes com dúvidas e bastantes turmas, quando, geralmente, eles não conseguiam responder com velocidade por isso, que eu até comecei a consulta mais os meus amigos do que professores, em questões de dúvida.*” —, com isso, aumentando a sensação de estarem sozinhos — A02: “[...] *primeira mudança são as aulas on-line propriamente ditas que no ensino presencial, você está em uma sala de aula, com seus colegas e professor ensinando e, virtualmente você não está sentindo essa presença deles. Esse complemento tem o professor e você tem os seus colegas, mas é um pouco diferente, porque você não está vendo eles, então, essa é uma diferença mais marcante.*” —. Mesmo velados a buscar meios externos a Redu, as interações ocorriam com quem já tinham proximidade, — A10: “[...] *as pessoas que eram mais próximas de mim eu mantive contato, mas quem era colega de sala que você via ou então perguntava algo durante a aula, realmente, acabei perdendo contato com diversas pessoas é tanto que agora no fim do ano, eu acredito que uma sensação de todo mundo, não sei direito quem é que estava na minha sala.*” —. Do ponto de vista dos estudantes, depreende-se um desejo que as interações sejam mais imediatas, principalmente relacionadas ao tempo para obter respostas aos pedidos de ajuda. Também, querem saber se alguém estaria disposto a responder seus comentários e pedidos de ajuda, permitindo sentirem a copresença dos professores e demais colegas e diminuïrem a sensação de estarem sozinho no ambiente.

Para os professores, as necessidades estavam relacionadas ao conteúdo, isto é, a aprendizagem dos estudantes, — P01: “[...] *por algum momento na educação à distância, da forma que foi feita aqui no ensino remoto, eu me sentia perdida como todos os outros professores, sem saber se o que eu estava passando estava chegando ao*

meu estudante” —, assim como, a impossibilidade de mitigar as demandas para responder imediatamente os estudantes — P08: “O que eu percebi mais da grande parte dos estudantes, não de todos, foi exatamente o retorno, seja das atividades passadas ou das dúvidas, tiragem de dúvidas, e esse ponto é muito importante, porque esse retorno tem que ser de imediato, se ele tiver uma dúvida, muitas vezes, acontecer não entendia, aí você tem que usar outro tipo de abordagem, mandar um áudio [...]. Então, esse tipo de interação é muito importante.” —. Depreende-se que, do ponto de vista dos professores, principalmente diante de um quantitativo volumoso de interações, gostariam de responder a todos os pedidos de ajuda e comentários, porém as dificuldades elevam-se quanto lidam com grandes contingências nas turmas com muitos estudantes por turma. Nesse caso, até sugerem, aos estudantes que já realizaram as atividades ou entenderam os materiais, ajudarem os colegas.

3.2 SRE para estimular as interações na Redu

As necessidades dos estudantes e professores foram transformadas em especificações do SRE. A modelagem de Casos de Uso (UC) (Figura 2) apresenta os atores (Aluno, Professor e o SRE) associados aos UC com respectivas prioridades: essencial [azul], extremamente necessário; importante [verde], importante estarem contemplados; desejado [amarelo], podendo ser contemplado em versões futuras.

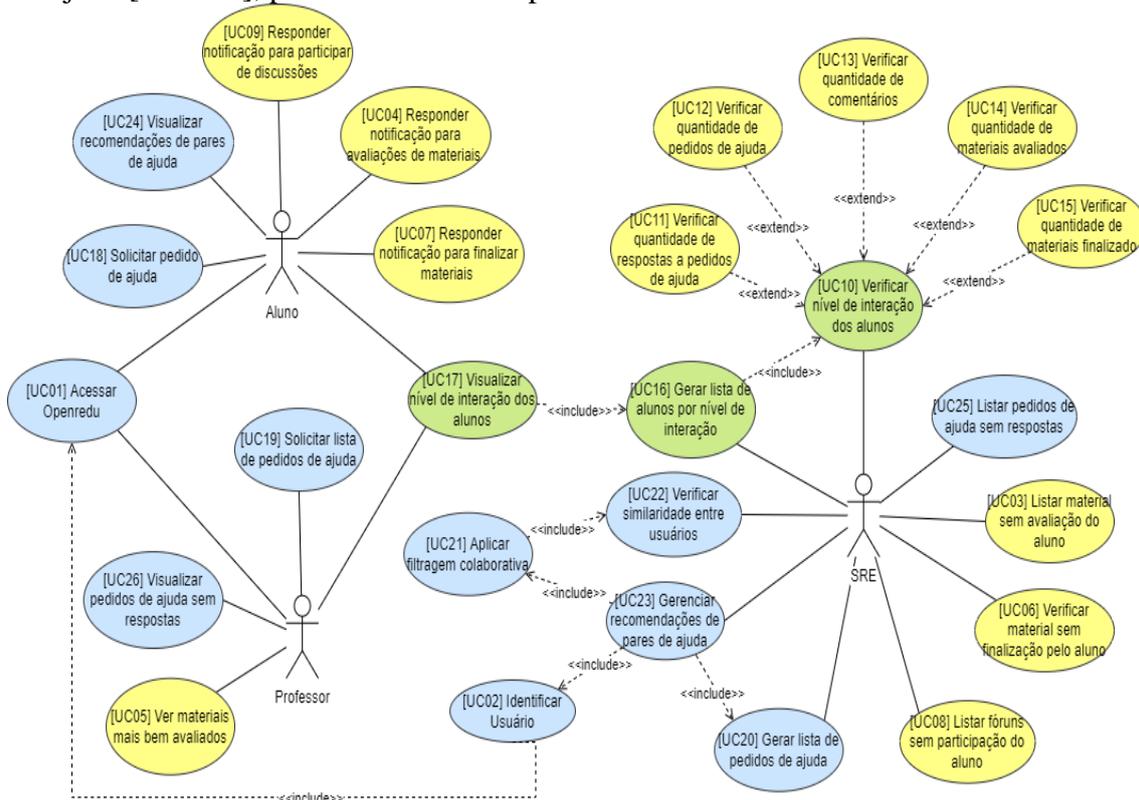


Figura 2 - Casos de Uso para os Atores envolvidos no SRE

O ator Aluno encontra-se associado aos UC de acessar a Redu, responder recomendações sobre avaliações, finalizar leitura de materiais, para participar de discussões, visualizar recomendações, solicitar pedido de ajuda, visualizar nível de interação dos estudantes que inclui a lista gerada por nível de interação e identificar-se. Ou seja, explorar diferentes possibilidades de envolver estudantes em discussões e capturar padrões de aprendizagem e fornecer suporte adaptativo aos atores (CHANEL *et al.*, 2016) (STRAUSS; RUMMEL, 2020). O ator Professor, aos UC de identificar-se, solicitar lista de pedidos de ajuda, visualizar pedidos de ajuda sem respostas, ver

materiais mais bem avaliados e nível de interação dos estudantes que inclui a lista gerada por nível de interação. Já o SRE, aos UC de gerenciar recomendações de pares de ajuda que inclui identificar os usuários, aplicar filtragem colaborativa que inclui verificar similaridade entre usuários; gerenciar lista de estudantes por níveis de interação, que inclui verificar nível de interação dos estudantes que estende verificar quantidade de respostas a pedidos de ajudas, respectivamente, estende verificar quantidade de pedidos de ajuda que estende verificar quantidade de comentários. Além de listar material sem avaliação do estudante, verificar material sem finalização pelo estudante, listar fóruns sem participação do estudante, gerar lista de pedido de ajuda e listar pedidos de ajuda sem respostas. A partir disso, repensou o processo de interação da Redu e modelou o processo (TO BE) (Figura 3), ou seja, que representa o fluxo de como ocorrerão às interações a partir da inserção do SRE.

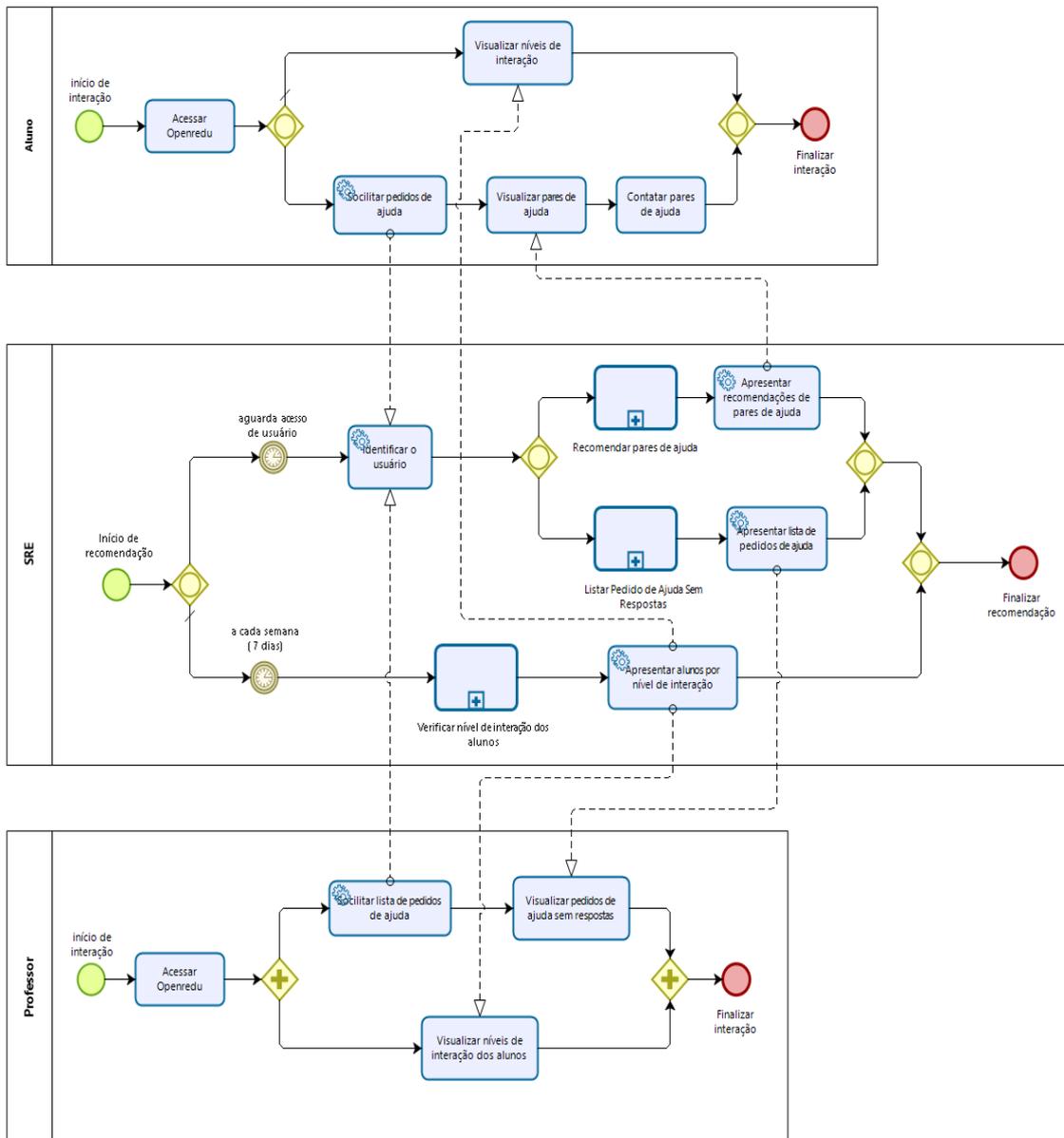


Figura 3 - Modelagem do processo (TO BE) de interação na Redu

Os estudantes e professores acessam a Redu, os estudantes solicitam pedidos de ajuda já os professores acompanham esses pedidos postados. O SRE, lista os pedidos de ajuda realizados e recomenda pares de ajuda para resolverem as dúvidas. Foram

modelados os subprocessos do fluxo principal (listar pedidos de ajuda sem resposta, aplicar filtragem colaborativa e recomendar pares de ajuda). Para listar pedidos de ajuda (Figura 4) o sistema inicia extraindo pedidos de ajuda realizados pelos estudantes da base de dados da Redu, caso exista pedidos de ajuda registrados o sistema gera uma lista, atualiza a base de dados e apresenta aos principais interessados.

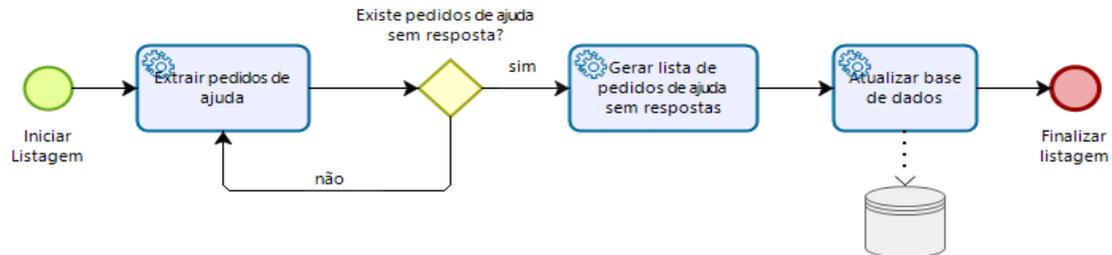


Figura 4 - Subprocesso listar pedido de ajuda de interação na Redu

Na filtragem colaborativa (Figura 5) o processo inicia-se a partir da coleta dos dados do perfil do usuário identificado a partir da seção do usuário corrente na Redu. Busca-se a similaridade entre usuários no mesmo nível de interação ou níveis diferentes. Caso existam usuários similares, às informações são extraídas e, geradas uma lista atualizada na base de dados dos usuários similares.

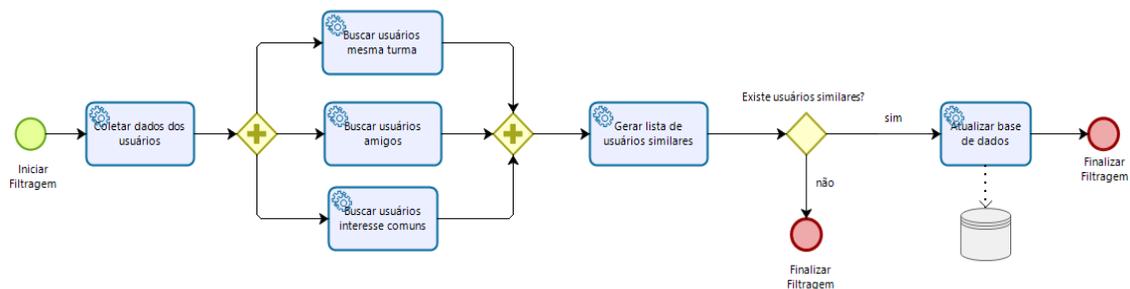


Figura 5 - Subprocesso filtragem colaborativa dos estudantes na Redu

Para recomendar pares de aprendizagem (Figura 6) o sistema coleta informações dos usuários, lista os pedidos de ajuda a partir do subprocesso anteriormente apresentado, extrai paralelamente dados do perfil do estudante que realizou a solicitação do pedido de ajuda, aplica a filtragem colaborativa a partir do subprocesso descrito anteriormente (Figura 5). Ao existir par-de-ajuda a ser recomendado, lista-se o perfil dos usuários e registra-se na base de dados. Algo semelhante realizado também por uma análise de agrupamento conforme percebido (BORGES *et al.*, 2017).

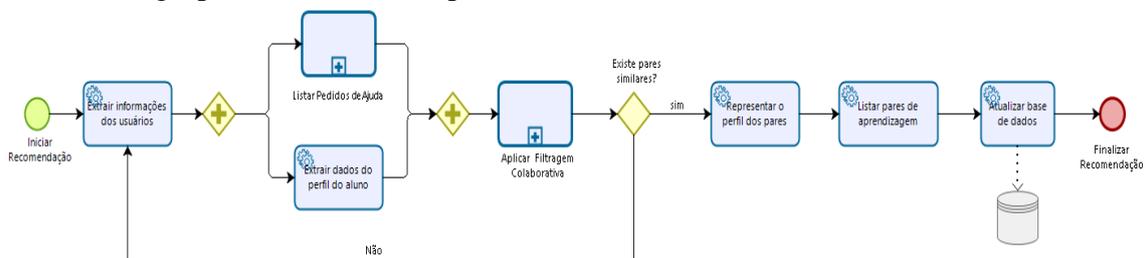


Figura 6 - Subprocesso recomendação de pares de aprendizagem no Redu

4. Considerações finais

Neste estudo, analisamos as percepções dos sujeitos para especificar um Sistema de Recomendação Educacional (SRE) a ser atrelado a Redu. Em nossa avaliação, o SRE apresenta-se como uma proposta promissora a mitigar periodicamente as atividades na plataforma social de aprendizagem, identificando padrões de interação dos estudantes

classificados por Pereira *et al.* (2021), e incentivar as interações com recomendações personalizadas e não-personalizadas usando sugestões e atalhos.

A inserção dos sujeitos no processo de especificação permitiu experiências antecipatórias, possibilitando aos usuários compreenderem em alto nível como a abordagem funciona, e aos pesquisadores a percepção se a proposta atende ao esperado. Por isso, o processo de *design* do adotado, buscou o entendimento das necessidades dos sujeitos antes da proposta de solução, refletindo não se tratar apenas de realizar recomendação que forneça estímulo-resposta, mas se volte para onde o impacto é maior (LINDGREN *et al.*, 2020) (DUQUE *et al.*, 2021). Sem separar o laboratório de produção do próprio ambiente real de aplicável (PINK *et al.*, 2015), as técnicas e procedimentos empregados corresponderam a um paradigma que legitima a concepção de tecnologias voltado ao contexto educacional com o envolvendo dos principais atores (estudantes e professores). Visto que, nas etapas da solução, as interações englobavam aspectos mundanos, digitais e experiências subjetivos dos sujeitos com continuidade por vias digitais e presenciais em seus espaços pessoais de ensino-aprendizagem.

O entendimento das necessidades de contato imediato quando pediam ajuda sobre conteúdos no acompanhamento da aprendizagem guiaram a especificação direcionada aos interesses dos estudantes e professores. Nesse sentido, como trabalho futuro pretende-se realizar um estudo de caso com turmas da Educação Básica e procedermos com a implementação, conforme definido (OSZ *et al.*, 2018), com etapas de construção e avaliação do protótipo, desenvolvimento e implantação do SRE.

Conformidade com os padrões éticos

Conflitos de interesse: não há potenciais conflitos de interesse nesse estudo.

Pesquisa envolvendo participantes humanos: confirmamos seguir preceitos morais e éticos e cumprir com a Lei n.º 13.709/2018 vigente sobre proteção de dados.

Consentimento: as participações ocorreram de forma voluntária, devidamente concedida por termos da instituição, professores, estudantes ou responsáveis.

Referências

- AL-IBRAHIM, A.; AL-KHALIFA, H. S. Observing online discussions in educational social networks: A case study. In: **2014 International conference on web and open access to learning (ICWOAL)**. IEEE, 2014. p. 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICWOAL.2014.7009189>
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: [s.n.]. v. 70, 1977.
- BORGES, G. H. A. *et al.* Social Network for Education: What Are the Resources Desired by Students? In: **International Conference on Electronic Government and the Information Systems Perspective**. Springer, Cham, 2017. p. 263-277. https://www.doi.org/10.1007/978-3-319-64248-2_19
- CHANEL, G. *et al.* Grand Challenge Problem 2: **Adaptive Awareness for Social Regulation of Emotions in Online Collaborative Learning Environments**. In: [s.l.: s.n.]. p. 13–16. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12562-6_3
- CHETTAOUI, N.; ATIA, A.; BOUHLEL, Med Salim. Predicting Student Performance in an Embodied Learning Environment. In: **2021 International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC)**. IEEE, 2021. p. 1-7. <https://doi.org/10.1109/MIUCC52538.2021.9447603>
- DANIEL, S. J. Education and the COVID-19 pandemic. **PROSPECTS**, v. 49, n. 1–2, p. 91–96, 20 out. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3/>
- DE ALMEIDA, G. M. *et al.* **Evaluating Entrepreneurial Perceptions on Blended Learning**. 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics

- (SMC). **Anais IEEE**, 11 out. 2020 Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9282851/>>
- DEL CASTILLO-CARRERO, V; HERNÁN-LOSADA, I; MARTÍN, E. Prototype of content-based recommender system in an educational social network. In: **1st Workshop on Video based Learning**. 2014.
- DE MEDIO, C. *et al.* MoodleREC: A recommendation system for creating courses using the moodle e-learning platform. **Computers in Human Behavior**, v. 104, p. 106168, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106168>
- DUQUE, M. *et al.* Automation, wellbeing and digital voice assistants: Older people and Google devices. **Convergence**, v. 27, n. 5, p. 1189-1206, 2021. <https://doi.org/10.1177/13548565211038537>
- EDHLUND, B.; MCDOUGALL, A. **NVivo 12 essentials**. [s.l: s.n.].
- ERDT, M.; FERNÁNDEZ, A.; RENSING, C. Evaluating recommender systems for technology enhanced learning: a quantitative survey. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 8, n. 4, p. 326-344, 2015. <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2438867>
- FAZELI, S. *et al.* Which recommender system can best fit social learning platforms?. In: **European Conference on Technology Enhanced Learning**. Springer, Cham, 2014. p. 84-97. https://www.doi.org/10.1007/978-3-319-11200-8_7
- GACS, A.; GOERTLER, S.; SPASOVA, S. Planned online language education versus crisis-prompted online language teaching: Lessons for the future. **Foreign Language Annals**, v. 53, n. 2, p. 380–392, 9 jun. 2020. <https://doi.org/10.1111/flan.12460>
- GENG, S. *et al.* Knowledge recommendation for workplace learning: a system design and evaluation perspective. **Internet Research**, 2019. <https://www.doi.org/10.1108/INTR-07-2018-0336>
- KAIESKI, Naira; GRINGS, Jacques Andre; FETTER, Shirlei Alexandra. Um estudo sobre as possibilidades pedagógicas de utilização do WhatsApp. **RENOTE**, v. 13, n. 2, 2015. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.61411>
- LACERDA, D. P. *et al.* Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- LAISA, J. *et al.* Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Sistemas de Recomendação Educacional. **Anais Do IX Computer on the Beach**, p. 751–760. 2018.
- LINDGREN, T. *et al.* Anticipatory experience in everyday autonomous driving. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 24, n. 6, p. 747-762, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01410-6>
- LUCENA, B. S. *et al.* Análise da aplicação de sistemas de recomendação no contexto educacional: revisão sistemática da literatura nacional. **RENOTE**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 163–172, 2021. DOI: 10.22456/1679-1916.121202. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121202>. Acesso em: 19 abr. 2022.
- MUKHTAR, K. *et al.* Advantages, Limitations and Recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, v. 36, n. COVID19-S4. 2020. <https://doi.org/10.12669%2Fpjms.36.COVID19-S4.2785>
- NGUYEN, T. T.; SONG, Insu. Learning space model for educational social networks. In: **2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)**. IEEE, 2016. p. 3116-3123. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2016.7727596>
- PEREIRA, A. J. *et al.* **Identificação e caracterização de níveis de interação no ensino remoto de emergência na Educação Básica**. Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2021). **Anais...Sociedade Brasileira de Computação - SBC**, 22 nov. 2021. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18051>>

- PETERSON, L. *et al.* A rapid response to COVID-19: one district's pivot from technology integration to distance learning. **Information and Learning Sciences**, v. 121, n. 5/6, 2020, p. 461-469. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0131>
- OSZ, K. *et al.* Combining WOz testing and ride along video ethnographies: advancing methodologies for autonomous driving car development for mixed traffic environments. In: **Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction**. 2018. p. 252-255. <https://doi.org/10.1145/3292147.3292211>
- PINK S. *et al.* **Digital ethnography: Principles and practice**. Sage, 2015.
- PINK, S. *et al.* Mundane data: The routines, contingencies and accomplishments of digital living. **Big Data & Society**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2017. <https://doi.org/10.1177/2053951717700924>
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software-8ª Edição**. 8ª ed. Porto Alegre: [s.n.].
- RAHAYU, Nur W.; FERDIANA, Ridi; KUSUMAWARDANI, Sri S. A systematic review of ontology use in E-Learning recommender system. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, p. 100047, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100047>
- RAZAK, T. R. *et al.* A framework to shape the recommender system features based on participatory design and artificial intelligence approaches. **IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)**, v. 10, n. 3, p. 727, 1 set. 2021. <https://doi.org/10.11591/ijai.v10.i3.pp727-734>
- REIS, S. C.; GOMES, A. F.; DE SOUZA, R. S. Explorando a Rede Social Educacional no ensino de línguas: possibilidades, gêneros e multiletramentos. **RENOTE**, v. 12, n. 1, 15 set. 2014. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.50280>
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação**. Bookman ed. [s.l: s.n.].
- SONEGO, A. H. S.; SILVA, J. S.; BEHAR, P. A. Estratégias pedagógicas no ensino remoto: Possibilidades para diminuir a exclusão digital. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 19, n. 1, p. 62-72, 2021. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.118391>
- STRAUSS, S.; RUMMEL, N. Promoting interaction in online distance education: designing, implementing and supporting collaborative learning. **Information and Learning Sciences**, v. 121, n. 5/6, p. 251-260, 29 jun. 2020. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0090>
- VILLALTA, R. A. A.; SILVA, L. B. S. Espaços de afinidade: teoria e prática do uso de redes sociais na sala de aula. In: **CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E)**, 6. , 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 472-478. <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/17596>
- ZENG, Y. *et al.* A prediction-oriented optimal design for visualisation recommender systems. **Statistical Theory and Related Fields**, v. 5, n. 2, p. 134-148, 2021. <https://doi.org/10.1080/24754269.2021.1905376>