

Design de Sistema de Recomendação Educacional: abordagens com Mágico de Oz

Aluisio José Pereira¹, Alex Sandro Gomes¹, Tiago Thompsen Primo²

¹Centro de Informática (CIn) – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) Caixa Postal 50740-560 – Recife – PE – Brasil.

²Centro de Engenharias (CEng) – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Pelotas – RS – Brasil.

ajp3@cin.ufpe.br, asg@cin.ufpe.br, tiago.primo@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *Education is a plural domain, and the technologies to be inserted in this context must consider, mainly, the perceptions of students and teachers. In this case, Recommender Systems can go through design processes before directing efforts to use Machine Learning. For this, this study aimed to verify the impact on the frequency of interactions when incorporating recommendations in an educational context of Educational Social Network. Through Wizards of Oz (WoZ) techniques, during periods of the 2022 school year, it was possible to verify that the design process resulted in the anticipation of situations that insert Basic Education students in the space of interactions more significantly encouraged by recommendation approaches.*

Resumo. *A educação é um domínio plural, e as tecnologias a serem inseridas neste contexto, devem considerar, principalmente, as percepções de estudantes e professores. Neste caso, Sistemas de Recomendação podem passar por processos de design antes de direcionar esforços para utilizar Aprendizado de Máquina. Para isso, esse estudo teve como objetivo verificar o impacto na frequência de interações ao incorporar recomendações em um contexto educacional de Rede Social Educativa. Através de técnicas de Mágicos de Oz (WoZ), durante períodos do ano letivo de 2022, foi possível verificar que o processo de design resultou na antecipação de situações que inserem estudantes da Educação Básica no espaço de interações mais significativamente incentivadas por abordagens de recomendação.*

1. Introdução

É emergente projetar, produzir e inserir agentes com Inteligência Artificial (IA) para fins educacionais, por estarem desempenhando um papel importante na educação (Chen *et al.*, 2022). A razão para isso é por fornecer formas inovadoras de aprendizagem (Jokhan *et al.*, 2022). Neste sentido, Sistemas de Recomendação (SR) têm sido usados para fornecer ambientes de aprendizagem personalizados (Chen *et al.*, 2022), para recomendar recursos e objetos de aprendizagem (Silva *et al.*, 2021), estratégias de aprendizagem (Amaral *et al.*, 2021), mitigar evasão (Andrade *et al.*, 2021), a partir de estratégias de IA para diferentes níveis de ensino (Rahayu *et al.*, 2022).

Entretanto, apenas mais recentemente vem sendo reconhecida a importância de *User eXperience* (UX) para aumentar a eficácia das recomendações (Champiri *et al.*, 2019). Com isso, as partes interessadas permanecem pouco compreendidas, dificultando como efetivamente incorporar tecnologias de IA no contexto educacional (Howard *et*

al., 2022). Nesse sentido, exploramos a inserção de Mágicos de Oz (WoZ) como abordagem para proporcionar recomendações em contexto de ambiente virtual de Rede Social Educativa. Baixos níveis de interações de estudantes em ambientes virtuais (Pereira *et al.*, 2021), motivaram a presente pesquisa. O estudo norteou-se pela seguinte indagação: “*Quais recomendações incentivam significativamente as interações de estudantes da Educação Básica em ambiente virtual de Rede Social Educativa?*”.

Esse artigo encontra-se estruturado em quatro outras seções. A Seção 2 traz trabalhos relacionados. Seção 3 trata-se do método com as técnicas e procedimentos. A Seção 4 os resultados encontrados. E na Seção 5 apresentamos as considerações finais.

2. Trabalhos relacionados

Essa seção apresenta trabalhos relacionadas ao presente estudo, que utilizaram de WoZ no *design* de SR. Verificando as possibilidades de ampliar o entendimento para ambientes virtuais e inserir o presente estudo no contexto de Rede Social Educativa.

Comumente as etapas para desenvolver novos SR, envolvem: coleta de dados, modelagem, treino e teste. Silva *et al.* (2022) citaram como SR educacionais funcionam através de pesquisas mais recentes, no domínio educacional, antes da implementação do SR, os usuários podem ter a oportunidade de entender em alto nível como o sistema funcionará, e os *designers* de compreender se o sistema atenderá convenientemente ao essencial. Para isso, o método de WoZ emprega “assistentes” que agem mediando as ações do sistema nos bastidores e permite antecipar os resultantes das recomendações (Xu *et al.*, 2022) (Abbas *et al.*, 2020). Browne (2019) descreve a utilização de WoZ para ajudar os *designers* a incorporar processos de *design* centrados no ser humano no desenvolvimento de experiências de aprendizagem de máquina. O que lhe permite saber sobre quão bem os usuários respondem às diferentes condições do modelo e quão clara é a explicação do modelo. Jansen e Colombo (2022) utilizam-se de WoZ para simular o comportamento de soluções de aprendizagem de máquina, considerando os erros durante a avaliação da experiência do usuário. Já a pesquisa de Viswanathan *et al.* (2022) propôs um agente conversacional que utiliza a voz como principal modo de interação para produzir enunciados em linguagem natural imitando a conversa humana. A abordagem foi investigada com um protótipo de WoZ, que implementou o módulo de diálogo. Algo semelhante ao proposto por Hernandez-Bocanegra e Ziegler (2021), que exploraram como projetar *interfaces* conversacional para fornecer explicações em SR a partir de um estudo de WoZ.

Em ambos os trabalhos é possível perceber que os participantes adotam rapidamente, cooperaram para resolução de erros, apreciaram recomendações e proporcionaram *insights* para melhorar as soluções quanto aos tipos de recomendações e em quais contextos podem ser realizadas.

3. Método

Para investigarmos quais abordagens permitem incentivar significativamente as interações de estudantes da Educação Básica, propomos atuar durante períodos que ocorriam à utilização de ambientes virtuais para mediar atividades escolares. Nesse contexto, se pudessemos determinar o que aconteceria ao realizar recomendações, poderíamos entender melhor a rede interdependente das interações dos estudantes em ambiente virtual. Nesse caso, se as abordagens estivessem se desenvolvendo bem,

deveria haver respostas e interações no ambiente virtual. Isso seria, também, um sinal de que o contexto é propício para promoção de recomendações. Mas, primeiro, tivemos que esboçar o processo de *design* do experimento, produzir e atrelar (utilizando-se de Mágicos de Oz) as abordagens de recomendação de incentivo às interações.

3.1. *Design* experimental

Como contexto do estudo, adotou-se uma turma de 123 estudantes (2º ano do Ensino Médio), de uma instituição pública federal de Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), localizada na região metropolitana de Recife, Pernambuco, Brasil. Desse contexto, durante cinco meses, registraram-se as interações (comentários, pedidos de ajuda, postagens de módulos e aulas, adição de amigos e quantitativo de mensagens) das disciplinas de Português e Física. No decorrer dos primeiros 2 meses e 15 dias, em ambas as disciplinas, as interações ocorreram organicamente, isto é, sem a presença dos Mágicos de Oz. Nesse período, foram realizadas somente observações e coletas semanais. Já nos, 2 meses e 15 dias, que se seguiram, as interações ocorreram com a presença dos Mágicos de Oz. E, durante esse período, também foram realizadas observações e coletas semanais. Nesse ponto, dois estudantes do contexto e turma (2º ano do Ensino Médio) atuaram como Mágico de Oz. A Seção 3.2 apresenta os perfis de estilos de aprendizagem dos estudantes (aqui nomeados de “Edu” e “Raul”) que atuaram como Mágicos de Oz. Em etapas seguintes, esboçaram-se as dinâmicas de interações e coletas de dados semanais que ao final foram analisados. A etapa de construção das dinâmicas de interações dos mágicos serviu para criar os perfis dos Mágicos de Oz no ambiente virtual e decidir a atuação em cada disciplina. Nesse caso, os estudantes conduziram estratégias que serviram para definir em quais contextos e níveis (ambiente, módulos, aulas e assuntos) as interações seriam realizadas. Essa etapa serviu também, para produzirmos os atos de recomendação, à periodicidade e incluir, se necessário, à possibilidade de ajustes das recomendações. A Seção 3.3 apresenta os procedimentos para coletas e análises dos dados resultantes.

3.2. Perfis dos Mágicos de Oz

Para coletarmos subsídios sobre os estudantes (que se voluntariaram a atuar como Mágicos de Oz), foi aplicado um instrumento para análise de *soft skills*, proposto por Escolà-Gascón e Gallifa (2022). Obtiveram-se respostas de oito estudantes, que informaram suas habilidades sociais em ambientes educacionais. Inicialmente foi analisada a sinceridade e o risco de inconsistência das respostas fornecidas pelos estudantes (Tabela 1). Nesse caso, quanto maior a sinceridade e menor o risco de incerteza, tornar-se-iam fortes candidatos a atuar como Mágico de Oz. Os estudantes E4, E7 e E2 apresentaram em média maior sinceridade, e E7, E5 e E4 representaram em média menores risco de inconsistência. Em seguida, foram determinados em quais estilos os estudantes se enquadravam, comparando os estilos apresentados pelos demais estudantes (Tabela 1). Em sua pesquisa, Escolà-Gascón e Gallifa (2022) destacam três estilos pessoais (transformativo, analítico e colaborativo), assim como, as características e os itens do instrumento de coleta que representam cada estilo. Dado que, seriam atuações em disciplina diferente, e que os estudantes E4 e E7 (aqui renomados, respectivamente, de “Edu” e “Raul”) melhor atenderam aos requisitos de sinceridade, e risco de inconsistência, elegemos esses estudantes para atuarem como Mágico de Oz. O estudante “Edu” de perfil mais transformativo (porém, em média mais analítico do que o “Raul”) atuou na disciplina de Física. E, o estudante “Raul” também de perfil

transformativo (porém, em média mais colaborativo do que “Edu”) atuou na disciplina de Português.

Tabela 1. Métricas para os estilos dos estudantes

| | Estudantes | μ | Me | σ | Min. | Max. | Percentuais | | |
|-------------------------|------------|-------|------|----------|------|------|-------------|------|------|
| | | | | | | | 25th | 50th | 75th |
| Sinceridade | E1 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 1 | 5 | 1,00 | 1,00 | 2,00 |
| | E2 | 4,50 | 4,50 | 0,58 | 4 | 5 | 4,00 | 4,50 | 5,00 |
| | E3 | 3,00 | 3,00 | 2,31 | 1 | 5 | 1,00 | 3,00 | 5,00 |
| | Edu | 4,75 | 5,00 | 0,50 | 4 | 5 | 4,75 | 5,00 | 5,00 |
| | E5 | 3,75 | 4,00 | 1,50 | 2 | 5 | 2,75 | 4,00 | 5,00 |
| | E6 | 3,50 | 3,50 | 0,58 | 3 | 4 | 3,00 | 3,50 | 4,00 |
| | Raul | 4,75 | 5,00 | 0,50 | 4 | 5 | 4,75 | 5,00 | 5,00 |
| | E8 | 3,75 | 3,50 | 0,96 | 3 | 5 | 3,00 | 3,50 | 4,25 |
| Risco de inconsistência | E1 | 2,75 | 2,50 | 2,06 | 1 | 5 | 1,00 | 2,50 | 4,25 |
| | E2 | 2,75 | 2,00 | 1,50 | 2 | 5 | 2,00 | 2,00 | 2,75 |
| | E3 | 3,00 | 3,00 | 2,31 | 1 | 5 | 1,00 | 3,00 | 5,00 |
| | Edu | 1,25 | 1,00 | 0,50 | 1 | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,25 |
| | E5 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1 | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | E6 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2 | 4 | 2,00 | 2,00 | 2,50 |
| | Raul | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1 | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | E8 | 1,75 | 1,50 | 0,96 | 1 | 3 | 1,00 | 1,50 | 2,25 |
| Estilo Transformativo | E1 | 3,85 | 4,00 | 0,82 | 1 | 5 | 3,20 | 4,00 | 4,65 |
| | E2 | 3,35 | 3,50 | 0,30 | 1 | 5 | 3,00 | 3,50 | 3,75 |
| | E3 | 4,15 | 4,50 | 0,37 | 2 | 5 | 3,80 | 4,50 | 4,55 |
| | Edu | 4,5 | 5,00 | 0,74 | 1 | 5 | 4,40 | 5,00 | 5,00 |
| | E5 | 4,15 | 4,00 | 0,56 | 2 | 5 | 3,80 | 4,00 | 4,65 |
| | E6 | 3,85 | 3,50 | 0,40 | 3 | 5 | 3,40 | 3,50 | 4,15 |
| | Raul | 4,1 | 4,00 | 0,54 | 2 | 5 | 3,65 | 4,00 | 4,55 |
| | E8 | 3,95 | 4,00 | 0,42 | 1 | 5 | 3,35 | 4,00 | 4,70 |
| Estilo Analítico | E1 | 3,63 | 3,25 | 0,36 | 1 | 5 | 3,06 | 3,25 | 4,06 |
| | E2 | 3,25 | 3,50 | 0,34 | 1 | 5 | 3,13 | 3,50 | 3,38 |
| | E3 | 4,13 | 4,25 | 0,65 | 1 | 5 | 3,88 | 4,25 | 4,63 |
| | Edu | 3,94 | 4,50 | 0,46 | 1 | 5 | 3,25 | 4,50 | 4,56 |
| | E5 | 3,94 | 4,25 | 0,87 | 1 | 5 | 3,31 | 4,25 | 4,75 |
| | E6 | 3,19 | 3,25 | 0,22 | 2 | 4 | 2,81 | 3,25 | 3,63 |
| | Raul | 3,70 | 4,25 | 0,37 | 1 | 5 | 3,44 | 4,25 | 4,38 |
| | E8 | 3,55 | 3,75 | 0,22 | 1 | 5 | 3,00 | 3,75 | 4,13 |
| Estilo Colaborativo | E1 | 3,63 | 4,25 | 0,81 | 1 | 5 | 3,38 | 4,25 | 3,88 |
| | E2 | 4,25 | 4,25 | 0,32 | 3 | 5 | 3,88 | 4,25 | 4,75 |
| | E3 | 3,94 | 4,50 | 0,25 | 1 | 5 | 3,56 | 4,50 | 4,75 |
| | Edu | 4,05 | 4,25 | 0,38 | 2 | 5 | 3,88 | 4,25 | 4,63 |
| | E5 | 4,06 | 4,25 | 0,63 | 2 | 5 | 3,75 | 4,25 | 4,44 |
| | E6 | 4,38 | 4,75 | 0,45 | 2 | 5 | 4,19 | 4,75 | 4,81 |
| | Raul | 4,06 | 4,25 | 0,76 | 2 | 5 | 3,50 | 4,25 | 4,81 |
| | E8 | 3,81 | 4,25 | 1,05 | 1 | 5 | 3,19 | 4,25 | 4,75 |

Nota: E1 a E8 - Enumeração dos estudantes; μ - Média; Me - Mediana; σ - Desvio padrão; Min. - Mínimo; Max. - Máximo; 25th - 1º quartil em 25%; 50th - 2º quartil em 50%; 75th - 3º quartil em 75%.

3.3. Coleta e análise dos dados

Semanalmente, as quintas-feiras, foram realizados encontros virtuais (com duração entre 1 e 2 horas) para coletar e registrar as interações (acessos, postagens de novas aulas, aceitação de amizades, comentários, pedidos de ajuda, materiais complementares, eventos), realizadas durante o período do estudo. Do mesmo modo, as segundas-feiras, houve encontros virtuais para ponderarmos sobre os atos de recomendações e melhorar as estratégias para incentivar novas interações. A Seção 4 apresenta os atos de recomendação resultantes dessa etapa do estudo.

Para entender quais tipos de interações em ambiente virtual poderiam ser significativamente incentivadas por atos de recomendações, investigamos se havia uma diferença estatisticamente significativa (com grau de significância de 5%). Entre quando os estudantes interagiram sem a presença dos Mágicos de Oz e quando foram incentivados a interagir pelos Mágicos de Oz em um contexto de ambiente virtual. Onde, utilizaram-se dos resultados das interações mediadas pela instância do ambiente virtual de Rede Social Educativa - Redu.Digital instalada na instituição de ensino e, utilizada pela turma tida como contexto do estudo, para realizar investigações nas disciplinas de Física e Português, com o propósito de testar as hipóteses levantadas: hipótese nula: “ H_0 : A realização de recomendações representada por abordagem de Mágico de Oz não incentiva significativamente as interações em um ambiente virtual de rede social educativa”; hipótese alternativa: “ H_a : A realização de recomendações representada por abordagem de Mágico de Oz incentiva significativamente as interações em um ambiente virtual de rede social educativa.”.

Para investigar as hipóteses levantadas, inicialmente os dados foram analisados de forma exploratória, e foram verificadas tendências de normalidade, através do método de *Shapiro-Wilk* (Ferreira *et al.*, 2016). Visto não tender a normal, as hipóteses foram testadas através do método *One-Way ANOVA* de *Kruskal-Wallis* (Kruskal; Wallis, 1952) (Chaiyo; Nokham, 2017). A estatística para o quantitativo de interações (entre amigos, módulos, aulas, comentários, pedidos de ajudas, total de amigos, e amigos em comuns aos Mágicos de Oz) foram expressas pela soma das subtrações da quantidade de interação da semana atual observada, menos à quantidade de interação da semana anteriormente observada. Conforme equação: $QaI = \sum_{i=1}^{n-1} (X_{i+1} - X_i) = X_n - X_1$, Onde: QaI : quantidade de interações; X_n : observação atual; X_i : observação anterior; n : limite superior de observações; i : limite inferior onde às observações iniciaram. Também, foram conduzidos pós-testes através do método de *Dwass-Steel-Christchlow-Fligner* (Ladosha, 2022), para identificar quais tipos de interações significativamente diferiam-se. A Seção 4.1 apresentam os resultados dos testes conduzidos.

4. Resultados

As proposições de *design* da abordagem resultaram em 12 atos de recomendação e 37 mensagens (Figura 1), enviadas pelos Mágicos de Oz durante as interações. Cada ato de recomendação encontra-se relacionado a uma finalidade específica, conforme seguinte:

- [1] **incentivar**: acessos ao ambiente virtual e interagir (comentários, adicionar amigos, pedir ajuda, acompanhar aulas) dado que o estudante interage pouco;
- [2] **indicar**: amigos, colegas de turmas com mensagens direcionadas;
- [3] **sugerir**: colegas ou professores para ajudar com dúvidas;
- [4] **despertar**: interesse por trocas colaborativas, por contatos diretamente com alunos e professores, diante da ausência de registros de interações;
- [5] **encorajar**: comentários se inexistirem, quando as aulas são inseridas;
- [6] **apoiar**: estudantes que necessitam de ajuda, mediante pedidos de ajuda, incentivando os estudantes colaborar entre si;
- [7] **estimular**: interações, dada à inexistência, e incentivar os estudantes a confrontarem suas ideias e opiniões;
- [8] **exercitar**: sugere a postagem de exercício e realização diante de várias dúvidas sobre uma temática;
- [9] **divulgar**: eventos internos e externos da instituição;

- [10] **instruir**: sobre funcionalidades e recursos do ambiente virtual para melhor compreender e usá-los;
- [11] **fomentar**: estudos em portais abertos e acadêmicos (vídeos, websites, etc.);
- [12] **motivar**: compartilhamento de opiniões e ideias quanto ao assunto da disciplina e se prontificar a interagir.



Figura 1. Atos de recomendação e mensagens para interações.

Ambos os Mágicos de Oz (“Edu” e “Raul”), atuaram escolhendo os atos e realizando recomendações através de seus perfis no ambiente virtual. Inúmeros atos realizados ao longo da atuação dos Mágicos de Oz foram bem sucedidos, ou seja, despertaram novas interações dos estudantes e professores (Figura 2). Contudo, ao longo das 16 semanas de coletas constatou-se que, dentre os 123 estudantes cadastrados na turma no início do ano letivo, 25 estudantes foram transferidos para outras instituições, e 51 estudantes não acessaram o ambiente virtual e não realizaram nenhum tipo de interação, devido não ser necessariamente obrigatório o uso do ambiente virtual na instituição. Consequentemente, para esses 76 estudantes não seria possível estabelecer o comparativo pretendido entre os períodos. Nesse caso, para as análises que se seguiram, mantiveram-se dados de apenas $N = 47$ estudantes.

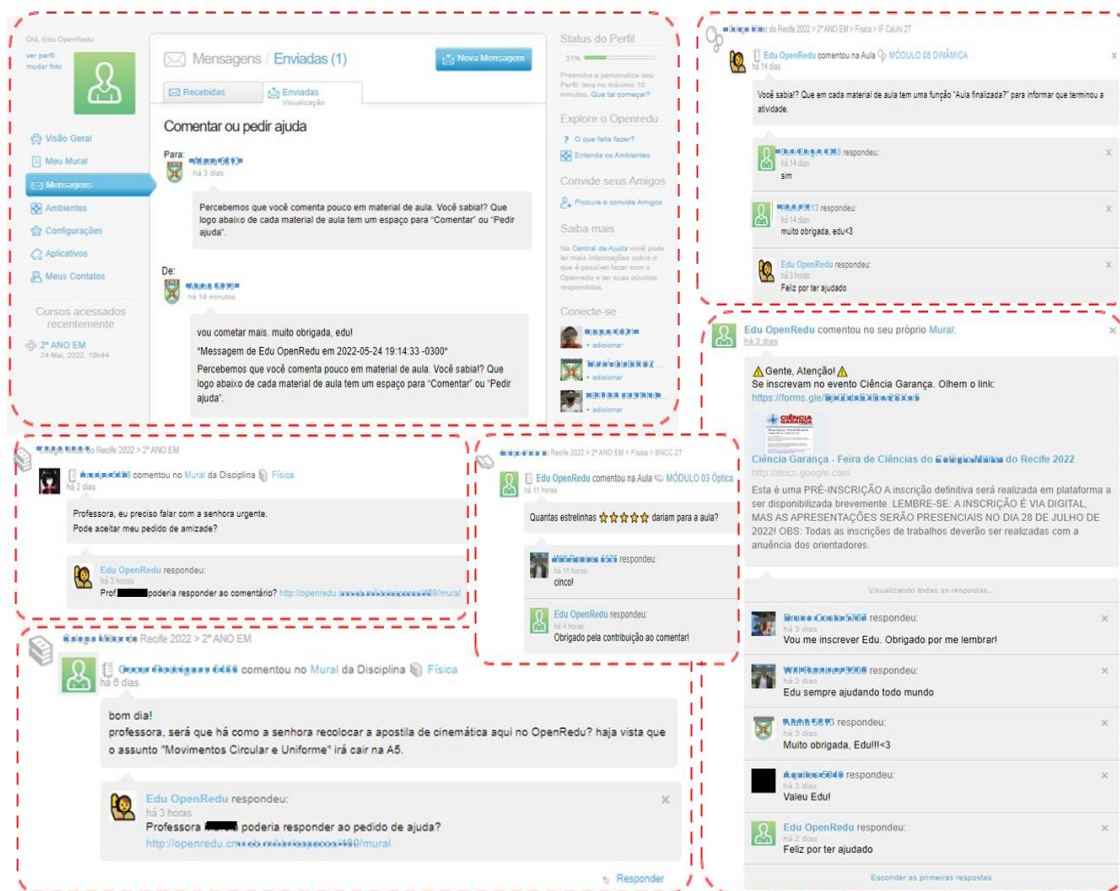


Figura 2. Recortes de tela com registros de incentivo a interações.

Atos de recomendação, por exemplo, relacionados a indicar amigos poderiam ser realizados em escopo abrangente, isto é, não estavam necessariamente relacionados a disciplinas. Obtiveram-se os quantitativos de amigos (sem atuação e com os Mágicos de Oz) dos estudantes da turma por semana (Figura 3). E, os quantitativos de amigos de cada estudante da turma em comum com cada Mágico de Oz (“Edu” ou “Raul”) por semana (Figura 3), pois concomitantemente os Mágicos sugeriam amigos, e solicitavam amizades para seguirem seus perfis. Em média, os quantitativos de amigos dos estudantes da turma variaram no primeiro período do estudo, sem a presença dos Mágicos de $\mu = 60,5$ (1ª semana) para $\mu = 61,9$ (8ª semana). E, variaram no segundo período do estudo, com a presença dos Mágicos de $\mu = 64,4$ (1ª semana) para $\mu = 73,7$ (8ª semana). Já em relação aos quantitativos de amigos em comum de cada Mágico em relação aos estudantes da turma aumentaram em média ($\mu = 11,38$) de estudantes (Mágico de Oz “Edu”), e em média ($\mu = 22,96$) de estudantes (Mágico de Oz “Raul”).

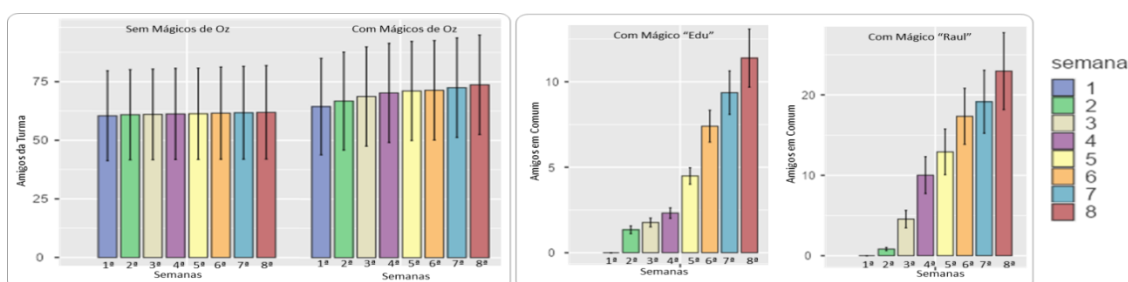


Figura 3. Total de amigos e comuns com “Edu” ou “Raul”.

Denotam-se aumentos nos quantitativos de amigos à medida que interações foram realizadas. Os aumentos dos amigos em comum de cada Mágico de Oz pode ter como efeito uma aproximação entre os estudantes e a abordagem. Essa afinidade pode ser significativa para que os estudantes aceitem cada vez mais novas recomendações. Outros atos de recomendação relacionados a comentários, pedidos de ajudas, módulos e aulas, situavam-se, especificamente, nas disciplinas que cada Mágico atuou. Os resultados dessas interações são apresentados na Seção 4.1.

4.1. Interações dos estudantes nas disciplinas de Física e Português

As análises que se seguiram foram conduzidas para cada disciplina (Física e Português) separadamente. Nos resultados obtidos das interações da disciplina de Física sem e com a presença do Mágico de Oz “Edu”, denota-se um aumento das interações ao longo das semanas (Figura 4). Principalmente, em relação a comentários realizados pelos estudantes em fóruns de discussões sobre as aulas.

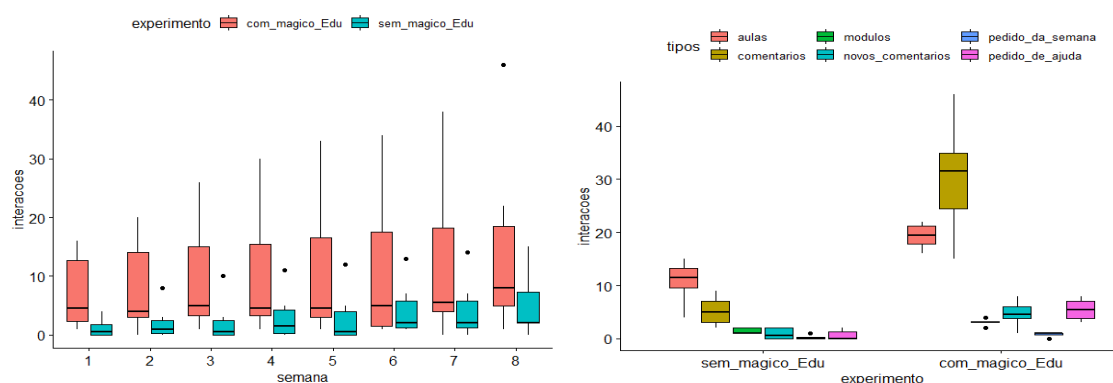


Figura 4. Interações sem e com a atuação de “Edu” na disciplina de Física.

Comportamento semelhante também pode ser presenciado nos resultados obtidos das análises da disciplina de Português (Figura 5). Observa-se um aumento nas interações diante das intervenções do Mágico de Oz “Raul” quando comparado com o período sem a presença do Mágico. Nesse caso, perceberam-se, também, aumentos ao longo das semanas de interações, porém na 6ª semana (do período com Oz “Raul”), houve quantitativos relativamente maiores de interações. Investigando isso, percebeu-se que ocorreu um volume maior de postagens de aulas na disciplina Português, que consequentemente aumentou a quantidade de comentários e pedidos de ajudas. Situações assim revelam momentos que despertam as abordagens para realizar recomendações apropriadas no momento correto.

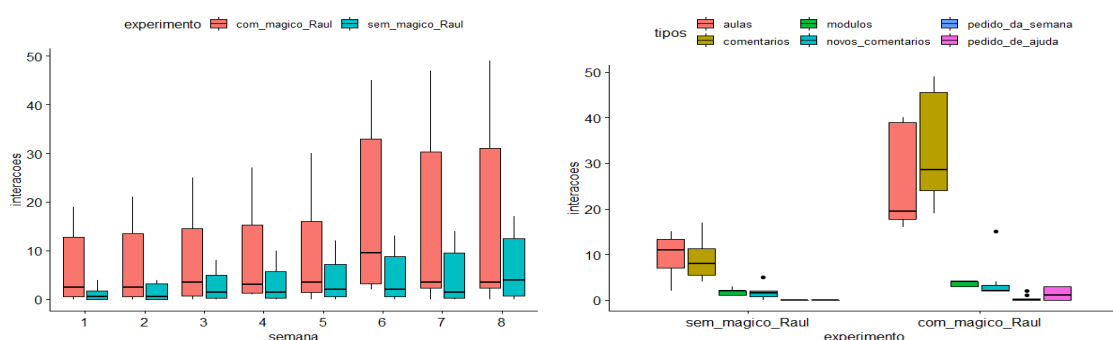


Figura 5. Interações sem e com a atuação de “Raul” na disciplina de Português.

Ao ponderarmos sobre os dados das interações, confirmou-se que os comentários foram os que mais aumentaram em ambas as disciplinas (Tabela 2). Porém, esses resultados por si só não são suficientes para confirmarmos se há diferença estatisticamente significativa entre as interações (direcionadas aos módulos, aulas, comentários, pedidos de ajudas) nos períodos que se sucederam sem e com os Mágicos de Oz para testar as hipóteses. Ao analisar a tendência de normalidade, os resultados da aplicação do teste de *Shapiro-Wilk* (Tabela 2), revelaram que alguns tipos de interações tendem a normal (isto é, $p > 0,05$), e outras não tendem a normal (isto é, $p < 0,05$), isso permite que seja adotada uma abordagem não-paramétrica para os testes de hipóteses.

Tabela 2. Análise descritiva das interações nas disciplinas de Física e Português

| Disciplina de Física | | | | | | | | Shapiro-Wilk | | Percentuais | | | |
|-------------------------|-------------------|--------|-------|-------|----------|-------|------|--------------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| Interações | N | Φ | μ | Me | σ | Min. | Max. | W | p | 25th | 50th | 75th | |
| SM | Módulos | 8 | 0 | 1,38 | 1,00 | 0,52 | 1 | 2 | 0,641 | <0,001 | 1,00 | 1,00 | 2,00 |
| | Aulas | 8 | 0 | 10,88 | 11,50 | 3,56 | 4 | 15 | 0,939 | 0,601 | 9,50 | 11,50 | 13,25 |
| | Comentários | 8 | 0 | 5,13 | 5,00 | 2,42 | 2 | 9 | 0,941 | 0,619 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| | Pedido de ajuda | 8 | 0 | 0,63 | 0,00 | 0,92 | 0 | 2 | 0,693 | 0,002 | 0,00 | 0,00 | 1,25 |
| | Novos comentários | 8 | 0 | 0,88 | 0,50 | 0,99 | 0 | 2 | 0,736 | 0,006 | 0,00 | 0,50 | 2,00 |
| | Pedido da semana | 8 | 0 | 0,25 | 0,00 | 0,46 | 0 | 1 | 0,566 | <0,001 | 0,00 | 0,00 | 0,25 |
| CM | Módulos | 8 | 0 | 3,13 | 3,00 | 0,64 | 2 | 4 | 0,810 | 0,037 | 3,00 | 3,00 | 3,25 |
| | Aulas | 8 | 0 | 19,38 | 19,50 | 2,26 | 16 | 22 | 0,936 | 0,569 | 17,75 | 19,50 | 21,25 |
| | Comentários | 8 | 0 | 30,25 | 31,50 | 9,90 | 15 | 46 | 0,988 | 0,991 | 24,50 | 31,50 | 35,0 |
| | Pedido de ajuda | 8 | 0 | 5,38 | 5,50 | 1,92 | 3 | 8 | 0,917 | 0,410 | 3,75 | 5,50 | 7,00 |
| | Novos comentários | 8 | 0 | 4,63 | 4,50 | 2,13 | 1 | 8 | 0,981 | 0,966 | 3,75 | 4,50 | 6,00 |
| | Pedido da semana | 8 | 0 | 0,75 | 1,00 | 0,46 | 0 | 1 | 0,566 | <0,001 | 0,75 | 1,00 | 1,00 |
| Disciplina de Português | | | | | | | | Shapiro-Wilk | | Percentuais | | | |
| Interações | N | Φ | μ | Me | σ | Min. | Max. | W | p | 25th | 50th | 75th | |
| SM | Módulos | 8 | 0 | 1,75 | 2,00 | 0,71 | 1 | 3 | 0,827 | 0,056 | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| | Aulas | 8 | 0 | 9,75 | 11,0 | 4,74 | 2 | 15 | 0,917 | 0,405 | 7,00 | 11,00 | 13,25 |
| | Comentários | 8 | 0 | 8,75 | 8,00 | 4,46 | 4 | 17 | 0,929 | 0,508 | 5,500 | 8,00 | 11,25 |
| | Novos comentários | 8 | 0 | 1,63 | 1,50 | 1,60 | 0 | 5 | 0,846 | 0,087 | 0,750 | 1,50 | 2,00 |
| | Pedido de ajuda | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | * | * | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Pedido da semana | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | * | * | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CM | Módulos | 8 | 0 | 3,63 | 4,00 | 0,52 | 3 | 4 | 0,641 | <0,001 | 3,00 | 4,00 | 4,00 |
| | Aulas | 8 | 0 | 26,00 | 19,5 | 11,11 | 16 | 40 | 0,736 | 0,006 | 17,75 | 19,50 | 39,00 |
| | Comentários | 8 | 0 | 32,88 | 28,5 | 12,22 | 19 | 49 | 0,864 | 0,132 | 24,00 | 28,50 | 45,50 |
| | Novos comentários | 8 | 0 | 4,00 | 2,0 | 4,50 | 2 | 15 | 0,530 | <0,001 | 2,00 | 2,00 | 3,25 |
| | Pedido de ajuda | 8 | 0 | 1,38 | 1,00 | 1,41 | 0 | 3 | 0,780 | 0,017 | 0,00 | 1,00 | 3,00 |
| | Pedido da semana | 8 | 0 | 0,38 | 0,00 | 0,74 | 0 | 2 | 0,601 | <0,001 | 0,00 | 0,00 | 0,250 |

Nota: SM - Sem a presença do Mágico de Oz; CM - Com a presença do Mágico de Oz; N - número de semanas observadas; Φ - Quantidade de valores vazios; μ - Média; Me - Mediana; σ - Desvio padrão; Min. - Mínimo; Max. - Máximo; W - valor de Shapiro-Wilk; p - *p-value* de Shapiro-Wilk (se $p < 0,05$ não tende a normal); 25th - 1º quartil em 25%; 50th - 2º quartil em 50%; 75th - 3º quartil em 75%. * - não é possível calcular por não haver interação.

Os resultados dos testes de *Kruskal-Wallis* mostraram (Tabela 3), haver diferença estatisticamente significativa entre as interações realizadas quando comparado os períodos sem e com abordagens de recomendação mediadas pelos Mágicos de Oz.

Tabela 3. Teste de hipótese para interações nas disciplinas de Física e Português

| Interações nas disciplinas | χ^2 | df | p | ϵ^2 |
|------------------------------|----------|----|---------|--------------|
| Física (sem e com "Edu") | 19,1 | 1 | < 0,001 | 0,201 |
| Português (sem e com "Raul") | 8,27 | 1 | 0,004 | 0,087 |

Constatam-se diferenças significativas, a um nível de significância menor que 0,1% para a disciplina de Física (entre sem e com “Edu”), e de 0,4% para a disciplina de Português (entre sem e com “Raul”). Os testes indicam haver diferença, porém para sabermos em quais tipos de interações ocorrem diferenças estatisticamente

significativas, para isso, se fez necessário à aplicação do pós-testes com comparações múltiplas de *Dwass-Steel-Critchlow-Fligner* (Tabela 4).

Tabela 4. Comparações múltiplas das interações nas disciplinas Física e Português

| Interações | Física (sem e com “Edu”) | | Português (sem e com “Raul”) | |
|-------------------|--------------------------|----------|------------------------------|----------|
| | <i>W</i> | <i>p</i> | <i>W</i> | <i>p</i> |
| Módulos | 4,71 | < 0,001 | 4,68 | < 0,001 |
| Aulas | 4,76 | < 0,001 | 4,76 | < 0,001 |
| Comentários | 4,76 | < 0,001 | 4,76 | < 0,001 |
| Novos comentários | 4,29 | 0,002 | 2,78 | 0,049 |
| Pedidos de ajuda | 4,84 | < 0,001 | 3,63 | 0,010 |
| Pedidos da semana | 2,74 | 0,053 | 2,07 | 0,144 |

Os resultados dos pós-testes indicaram haver, em ambas as disciplinas, diferenças estatisticamente significativas entre a maioria dos tipos de interações nos períodos sem e com a presença das abordagens de recomendação, exceto para o aumento dos pedidos de ajuda semanal (Física $p = 0,053$ e Português $p = 0,144$).

5. Considerações finais

As abordagens proporcionaram experiências de incentivo às interações em ambiente virtual. Completamos um entendimento sobre um conjunto de atos de recomendação possíveis, e a partir das análises conduzidas entendemos que houve um aumento significativo das interações no ambiente virtual e que os quantitativos de comentários dos estudantes foram os tipos de interação que mais se destacaram. Com a aplicação dos testes de hipóteses concluímos haver diferença estatisticamente significativa entre interagirem sem intervenções e com o incentivo das abordagens de recomendação. Assim sendo, podemos destacar que a realização de recomendações, representada por abordagem de Mágico de Oz, podem incentivar significativamente as interações em ambiente virtual de Rede Social Educativa. Além de imergir no processo de *design* de um futuro protótipo de sistema de recomendação, mostramos ser possível inserir as abordagens em um contexto real de uso, e contemplar a atuação dos estudantes em situações de interações incentivadas por recomendações. Com isso, ampliam-se os entendimentos das recomendações, das estratégias e dos tipos de interações possíveis que podem alcançar maior efetividade, antecipando os escopos e permitindo proposições para inspirar o *design* de Sistemas de Recomendação a serem atrelados ao ensino-aprendizagem mediado por Ambiente Virtual.

Como limitações da pesquisa destacam-se o não envolvimento de uma análise do teor das respostas em cada ato de recomendação e um entendimento da percepção dos participantes para ter conclusões mais pontuais do que incentiva as interações. Isso nos leva a ressaltar as possibilidades futuras desse estudo, como sendo: analisar o teor das interações, conduzir entrevistas com os estudantes e professores para coletar as percepções sobre as recomendações recebidas e comparar a atuação dos Mágicos de Oz.

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 termo pela instituição, professores, responsáveis e estudantes envolvidos.

Referências

- Abbas, T., Khan, V. J., Gadiraju, U., Barakova, E., & Markopoulos, P. (2020). Crowd of oz: a crowd-powered social robotics system for stress management. *Sensors*, 20(2), 569. <https://doi.org/10.3390/s20020569>
- Amaral, G., Ramos, D., Ramos, I., & Oliveira, E. (2021). Um Sistema de Recomendação de Estratégias de Aprendizagem Baseado no Perfil de Motivação do Aluno: SisREA. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 718-727). Porto Alegre: SBC. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218743>
- Andrade, T., Almeida, C., Barbosa, J., & Rigo, S. (2021). Metodologias Ativas integradas a um Sistema de Recomendação e Mineração de Dados Educacionais para a mitigação de evasão em EaD. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 824-835). Porto Alegre: SBC. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218385>
- Champiri, Z. D., Mujtaba, G., Salim, S. S., & Chong, C. Y. (2019, January). User experience and recommender systems. In *2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICOMET.2019.8673410>
- Chaiyo, Y., & Nokham, R. (2017, March). The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system. In *2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)* (pp. 178-182). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDAMT.2017.7904957>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and Future Directions. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47. <https://www.jstor.org/stable/48647028>
- Browne, J. T. (2019, May). Wizard of oz prototyping for machine learning experiences. In *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1145/3290607.3312877>
- Escolà-Gascón, Á., & Gallifa, J. (2022). How to measure soft skills in the educational context: psychometric properties of the SKILLS-in-ONE questionnaire. *Studies in Educational Evaluation*, 74, 101155. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101155>
- Ferreira, H. N. M., Brant-Ribeiro, T., Araújo, R. D., Dorça, F. A., & Cattelan, R. G. (2016). An automatic and dynamic student modeling approach for adaptive and intelligent educational systems using ontologies and bayesian networks. In *2016 IEEE 28th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)* (pp. 738-745). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICTAI.2016.0116>
- Jansen, A., & Colombo, S. (2022, April). Wizard of Errors: Introducing and Evaluating Machine Learning Errors in Wizard of Oz Studies. In *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1145/3491101.3519684>
- Jokhan, A., Chand, A. A., Singh, V., & Mamun, K. A. (2022). Increased digital resource consumption in higher educational institutions and the artificial intelligence

- role in informing decisions related to student performance. *Sustainability*, 14(4), 2377. <https://doi.org/10.3390/su14042377>
- Hernandez-Bocanegra, D. C., & Ziegler, J. (2021, July). Conversational review-based explanations for recommender systems: Exploring users' query behavior. In *CUI 2021-3rd Conference on Conversational User Interfaces* (pp. 1-11). <https://doi.org/10.1145/3469595.3469596>
- Howard, S. K., Swist, T., Gasevic, D., Bartimote, K., Knight, S., Gulson, K., ... & Selwyn, N. (2022). Educational data journeys: Where are we going, what are we taking and making for AI?. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100073. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100073>
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, 47(260), 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Ladosha, O. M. (2022). Dynamics of Student Performance in a Foreign Language from the Perspective of the Transition to Distance Learning (statistical analysis). In *2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/Inforino53888.2022.9782984>
- Pereira, A., Gomes, A., Primo, T., Silva, R., Rodrigues, R., Campos Filho, A., Lima, R., & Melo Júnior, R. (2021). Identificação e caracterização de níveis de interação no ensino remoto de emergência na Educação Básica. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 145-156). Porto Alegre: SBC. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218498>
- Rahayu, N. W., Ferdiana, R., & Kusumawardani, S. S. (2022). A systematic review of ontology use in E-Learning recommender system. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100047>
- Silva, F. L., da Silva, K. K. A., Slodkowski, B. K., & Cazella, S. C. (2022). A Aplicação de Sistemas de Recomendação no Contexto Educacional: uma Revisão Sistemática da Literatura. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (32), e1-e1. <https://doi.org/10.24215/18509959.32.e1>
- Silva, V., Ferreira, H., Torres, A., & Rodrigues, F. (2021). Math Suggestion: Uma Ferramenta de Recomendação de Objetos de Aprendizagem Fundamentada nos Princípios das Avaliações de Autoeficácia e Análise de Desempenho. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 237-248). Porto Alegre: SBC. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218677>
- Viswanathan, S., Guillot, F., Chang, M., Grasso, A. M., & Renders, J. M. (2022, June). Addressing Hiccups in Conversations with Recommender Systems. In *Designing Interactive Systems Conference* (pp. 1243-1259). <https://doi.org/10.1145/3532106.3533491>
- Xu, W., Dainoff, M. J., Ge, L., & Gao, Z. (2022). Transitioning to human interaction with AI systems: New challenges and opportunities for HCI professionals to enable human-centered AI. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2041900>