



Sistema de Recomendação para Auxiliar a Montagem de Matriz Horária Semestral de Estudantes de Graduação

Tamires Beatriz da Silva Lucena, ICT/Unifesp, tlucena@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0002-4848-1814>

Pedro Spoljaric Gomes, ICT/Unifesp, pedro.spoljaric@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0003-4048-1366>

Daniela Leal Musa, ICT/Unifesp, musa@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0002-8405-959X>

Tiago de Oliveira, ICT/Unifesp, tiago.oliveira@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0002-3676-5967>

Resumo: No presente trabalho apresenta-se o desenvolvimento de um Sistema de Recomendação (SR) para estudantes de graduação com o objetivo de recomendar uma matriz horária semestral a partir de um nível de prioridade estabelecido para cada Unidade Curricular (UC). O projeto integra informações acerca da trajetória acadêmica do estudante, a matriz curricular atualizada e as recomendações de matrizes horárias semestrais considerando o histórico estudantil, a relevância de uma UC baseada nas preferências de disponibilidade do estudante, e nas escolhas de seus pares, visando contribuir com a aprendizagem colaborativa. Para avaliação, como estudo de caso, aplicou-se o SR desenvolvido aos estudantes de cursos de Computação de uma Universidade Federal, os quais preencheram um questionário contendo um conjunto de perguntas específicas, teste de usabilidade baseado no modelo *System Usability Scale* (SUS) e pergunta dissertativa para sugestões e críticas. Em geral, os resultados obtidos indicaram uma boa aceitação do sistema projetado em relação à complexidade, estabilidade e interesse de utilização.

Palavras-chave: Aprendizagem Colaborativa; Personalização; Sistema de Recomendação; Unidade Curricular.

Semester Timetable Recommender System to Assist Undergraduate Students

Abstract: This work presents the development of a Semester Timetable Recommender System (RS) for undergraduate students based on a priority level established for each Curricular Unit (CU). The project integrates information about the student's academic trajectory, the updated curriculum program and recommendations for semester timetables considering the student history, the relevance of student's CU availability preferences, and the choices of their peers, towards collaborative learning. For evaluation, as a case study, the RS developed was applied to students of Computing programs at a Federal University, who completed a questionnaire containing a set of specific questions, a usability test based on the System Usability Scale (SUS) model and essay question for suggestions and criticisms. In general, the results obtained indicated a good acceptance of the designed system in relation to complexity, stability and usability.

Keywords: Collaborative Learning; Personalization; Recommender System, Curricular Unit.

1. Introdução

Sistemas de recomendação (SRs) baseiam-se em técnicas e algoritmos e são amplamente utilizados em várias áreas da computação para personalizar a experiência do usuário. Tal demanda surgiu como uma resposta para o constante crescimento na quantidade



de dados disponibilizados em rede que é inversamente proporcional à disponibilidade de tempo do usuário para a seleção das informações que o mesmo classifica como interessantes (MARINHO et al., 2019; RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2011).

Especificamente na educação, sistemas de recomendação vêm sendo criados e implantados para servir de auxílio no processo de aprendizagem dos estudantes de diversas formas, fazendo sugestões personalizadas baseadas em informações extraídas de seu perfil e contexto, como suas preferências, objetivos e estilos de aprendizagem (TANG; MCCALLA, 2004). Os SRs são artifícios interessantes para o processo de formação do estudante tendo em vista que enviar recomendações que estejam de acordo com o interesse e o processo de aprendizagem do usuário (indicando materiais, tipos de conteúdo e estratégias de aprendizagem) torna o ambiente de ensino mais confortável e menos custoso, apoiando, além disso, o planejamento do professor, seja no formato presencial, à distância ou híbrido.

Em relação à contextualização do trabalho, na Universidade Federal analisada, os estudantes de graduação realizam o ingresso a partir do curso de entrada denominado Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BCT), no qual os estudantes são livres para selecionar as Unidades Curriculares (UCs) oferecidas de seu interesse, com duração padrão de 3 anos. Ao final do curso de entrada, o estudante tem a opção de permanecer na instituição para uma segunda formação, mais específica e em formato de complemento à primeira, denominada curso de formação específica (CFE).

Nesse cenário, temos um ponto de atenção: a primeira graduação, o Bacharelado Interdisciplinar, segue uma estrutura flexível, conferindo mais liberdade ao estudante; a segunda graduação, os cursos específicos, seguem um modelo mais tradicional, com um variado conjunto de UCs obrigatórias e um sistema intrincado de pré-requisitos.

A situação-problema é que na prática a maioria dos estudantes encontram dificuldades para determinar a melhor forma de organizar as UCs desde o seu ingresso na instituição, tendo em vista a pluralidade de escolhas e a relação entre o BCT e o curso de segunda formação. O cometimento de alguns equívocos frente às diferentes possibilidades apresentadas a cada semestre podem resultar em entraves a médio e longo prazo, interferindo no tempo de integralização de curso, aumentando a conta de despesas anuais da universidade, prejudicando o aproveitamento da graduação por parte do estudante e gerando uma necessidade de atendimento individualizado advindo da coordenação que, por sua vez, precisa conciliar as atividades institucionais, pedagógicas e de orientação para todos os estudantes que precisarem.

Tendo em vista que SRs são ferramentas utilizadas para facilitar a trajetória do usuário em diferentes aspectos e ambientes, este trabalho apresenta a implementação de um SR que visa auxiliar o estudante na escolha das UCs durante a montagem de sua matriz horária semestral, visando mitigar escolhas incoerentes e na tentativa de reduzir, portanto, os impactos dessas escolhas sobre os estudantes, sobre a universidade e sobre a coordenação.

Como organização do artigo, na sequência, encontra-se a fundamentação teórica sobre SRs na educação (Seção 2) e sobre aprendizagem colaborativa (Seção 3) cuja teoria embasou algumas funcionalidades implementadas no SR projetado. Na Seção 4, encontra-se a metodologia de condução do trabalho para o desenvolvimento e análise do SR desenvolvido. Na Seção 5, encontram-se os resultados obtidos com o trabalho realizado. Por fim, na Seção 6, apresentam-se as considerações finais sobre o SR projetado.

2. Sistemas de Recomendação na Educação

Sistemas de Recomendação surgiram com a necessidade de mostrar a informação de modo personalizado, compilando e priorizando a apresentação do que é relevante para o



usuário, de acordo com a recuperação de dados e identificação de pontos-chave durante o acesso (MARINHO et al., 2019).

Um dos primeiros SRs tinha como função solicitar informações sobre as preferências do usuário e sugerir músicas, servindo de modelo para outras plataformas adotarem essa tecnologia (MOTTA et al., 2011). Atualmente, é possível visualizar o uso de sistemas de recomendação em diversas ferramentas de entretenimento e também no ambiente educacional, apoiando-se na proposta de facilitar o trabalho do professor e contribuir com metodologias que visem um aumento na qualidade de ensino, reduzindo a sobrecarga cognitiva ao levar em consideração as preferências e possibilidades individuais (LAISA et al., 2018).

Especificamente, um SR necessita de informações genéricas, que são previamente coletadas para conhecimento geral do sistema e informações específicas do usuário fornecidas para o sistema, além de um algoritmo que combina essas informações para gerar as recomendações (BURKE, 2002). Entre os dados analisados por SRs, estão inclusas informações extraídas do contexto e do perfil do usuário (REZENDE et al., 2018). O contexto é definido como o conjunto de características do cenário em que se encontra o usuário, como local e momento. De maneira complementar, o perfil conta com informações específicas do usuário, como suas preferências e seus interesses (JAVED et al., 2021). No âmbito educacional, uma das analogias para a definição de contexto pode ser o conjunto de especificidades do curso em que o aluno está matriculado, enquanto o perfil inclui informações como seu histórico e seu objetivo acadêmico.

3. Aprendizagem Colaborativa

Aplicar um SR para apoiar os estudantes em seus processos de planejamento de trajetória e organização pode levar à adoção de estratégias de estudo difundidas e funcionais, como a aprendizagem colaborativa.

Nesse sentido, associa-se “conhecimento” à capacidade do ser de entender, compreender e armazenar informações sobre determinado assunto ou situação. Entretanto, o conceito de aprendizagem colaborativa narra que conhecimento é um consenso entre um grupo de pessoas sobre determinados tópicos, construído através de discussões e conversas até um ponto de acordo. Além disso, a aprendizagem colaborativa parte da ideia de que existem dois tipos de conhecimento: aquele obtido por meio de livros e artigos - chamado de conhecimento alicerçado; e o conquistado socialmente, com base nas vivências, experiências e interações de um indivíduo com outro - chamado de conhecimento não alicerçado. Este conhecimento é, portanto, adquirido direta ou indiretamente com trabalho realizado em grupo (ALCÂNTARA; SIQUEIRA; VALASKI, 2004).

Neste tipo de aprendizagem, além de desenvolver habilidades de trabalho em grupo, de acordo com Torres, Alcantara e Irala (2004), “os alunos constroem coletivamente seu conhecimento por meio de uma troca constante de informações, de pontos de vista, de questionamentos, de resoluções de questões e de avaliações”. Desenvolver um sistema que funcione como um apoio para que os estudantes se organizem para a prática de estratégias de aprendizagem como esta, procurando formar grupos de estudo por afinidade é, então, contribuir para o desenvolvimento de aptidões interpessoais.

Além disso, utilizar dados sobre a trajetória de outros estudantes para a criação da representação interna das informações pode ser diretamente relacionado à análise do paradigma da vila (*village paradigm*), citado por Müller e Silveira (2012). O paradigma da vila é uma definição para a aquisição de um conhecimento socialmente disseminado, passado de pessoa para pessoa, o que estabelece uma relação de confiança e intimidade, tendo em vista que a principal forma de adquirir o conhecimento é encontrar a pessoa certa para responder à pergunta.



A chamada “combinação social”, citada por Müller e Silveira (2012) e por Motta et al. (2011), existe para os SRs, e neste contexto se trata do princípio de recomendação de pessoas mais indicadas para as questões umas das outras, sugerindo e até mesmo gerando uma interação entre dois usuários, o que, novamente, corrobora para a aplicação de estratégias que levam para um maior desenvolvimento interpessoal e progressão do estudante em relação ao curso de graduação.

4. Metodologia Empregada

O trabalho, aqui apresentado, contou com o desenvolvimento de um sistema web, implementado na linguagem JavaScript com apoio das linguagens de marcação de texto *HiperText Markup Language* (HTML) e *Cascading Style Sheets* (CSS). Para o desenvolvimento do SR, neste trabalho definido como *back-end*, utilizou-se ainda tecnologias como Node.js, Knex.js, Koa.js e PostgreSQL, sendo o último usado para estruturação e armazenamento de dados. Para o desenvolvimento da interface gráfica (*front-end*), a mesma que realiza a interação com os usuários, utilizou-se tecnologias como React e o framework Next.js.

A recomendação da matriz horária semestral, realizada por meio de um sistema de recomendações, considera a trajetória percorrida pelo estudante e a relação que as UCs pendentes apresentam entre si e com as já cursadas. Para isso, a primeira informação solicitada ao usuário “estudante”, ao acessar o sistema, trata-se de seu histórico acadêmico, do qual é possível extrair-se informações acerca do desempenho do estudante, como as UCs cursadas e concluídas, as UCs pendentes ou reprovadas e o status do estudante em relação à trajetória do curso de graduação que funcionam para, além de gerar uma matriz recomendada pertinente, criar uma base de dados acerca das experiências vivenciadas com cada UC.

O sistema também considera as preferências do estudante ao gerar recomendações. Para que seja feita a coleta desses dados, o estudante pode responder a um questionário sobre disponibilidade de horário, limite de carga horária e a quantidade de UCs que pretende cursar, os quais são limitações usadas como alguns dos parâmetros do sistema na escolha de UCs para a matriz semestral e trajetória acadêmica.

Realizada a sugestão de organização da matriz horária semestral com base nos dados coletados, o estudante pode avaliar se concorda ou não com a recomendação recebida e realizar os devidos ajustes e adaptações com sua permissão editando e salvando a matriz em seu perfil.

Também é possível adicionar pessoas de seu interesse no sistema, comumente os amigos com os quais se tem maior afinidade, e que se deseja cursar UCs em companhia, configurando-se, portanto, uma rede de amizades. Essa funcionalidade é direcionada a auxiliar a escolha do estudante pensando na eficácia da abordagem de aprendizagem colaborativa, como comentado na Seção 3, e na definição das estratégias de estudo mais adequadas, possibilitando a realização de UCs em conjunto com outros estudantes, visando potencializar o aprendizado por meio de estratégias de estudo em grupo, como relatado por Alcântara, Siqueira e Valaski (2004).

Na última etapa do trabalho, como estudo de caso, foi aplicado um questionário com estudantes que buscam a segunda graduação em CFEs de Computação de uma Universidade Federal contendo um conjunto de perguntas específicas, teste de usabilidade baseado no método *System Usability Scale* (SUS) (BROOKE, 1996) e pergunta dissertativa para sugestões e críticas. O teste foi aplicado após o uso do sistema pelo usuário, para que avaliasse sua experiência em relação à complexidade, estabilidade e interesse de utilização.



5. Resultados Obtidos

5.1 Sistema de Recomendação Desenvolvido

Com o propósito de apresentar um sistema de uso simples e facilmente compreendido, foram implementadas seis telas, que podem ser acessadas por meio de navegadores web (sistema web):

1. **Login**, onde devem ser utilizadas as credenciais usuário e senha para acesso, para que as informações de cada estudante sejam associadas corretamente ao seu perfil no sistema de recomendação.
2. **Início**, onde estão algumas informações e orientações sobre o sistema, atendendo ao objetivo de desenvolvimento de uma interface de fácil compreensão, agregando para a usabilidade do sistema.
3. **Histórico**, elaborada para *upload* do histórico acadêmico, implementando o requisito “Buscar no histórico do estudante suas informações de progresso e trajetória realizada”. A submissão do histórico acadêmico em formato PDF é tratada como um processo obrigatório para visualização das recomendações e que pode ser realizado periodicamente para atualização dos dados utilizados no SRE, tais como as unidades curriculares cursadas e concluídas ou pendentes.
4. **Matriz**, na qual o usuário pode configurar suas preferências em relação a dias e horários disponíveis para as aulas e, assim, solicitar uma recomendação ao clicar no botão “PREENCHER COM RECOMENDAÇÕES”. Ainda, de acordo com a matriz horária do semestre, o estudante tem permissão para editar as recomendações recebidas, adicionando e/ou removendo turmas, e para salvar a matriz horária final em seu perfil, com alterações ou não. Os recursos apresentados na tela “Matriz” buscam implementar os seguintes requisitos: “Possibilitar que alguns intervalos de horários sejam bloqueados para que não sejam sugeridas UCs conflitantes com este” e “Permitir a edição da matriz horária sugerida”.
5. **Amigos**, onde o usuário pode enviar e aceitar solicitações de amizade, e essas serão consideradas para cálculo de relevância de uma turma para a recomendação de matriz criada para o estudante: quando houver uma conexão interessada em realizar a matrícula em determinada turma, esta receberá maior relevância. Esse recurso implementa os requisitos “Permitir o envio, o recebimento e a aprovação de solicitações de amizade” e “Adicionar relevância às UCs considerando o interesse da rede de amizade do estudante”.
6. **Cadastro de Matriz**, criada para *upload* de matrizes semestrais por parte dos administradores (coordenadores de curso) e implementada para atender a um dos dois princípios básicos para a realização da recomendação dentro deste sistema que são: (1) considerar a trajetória do estudante, não recomendando UCs já cursadas e concluídas, e (2) realizar recomendações com base na matriz horária semestral vigente, permitindo que o estudante aplique as recomendações recebidas em seu processo de rematrícula. Após o *upload*, ainda é possível que o administrador corrija possíveis erros de digitação existentes e salve essas informações que serão utilizadas pelo sistema para a extração de UCs e turmas disponíveis no semestre.

Como exemplificação, na Figura 1, encontra-se a tela principal do sistema (“Matriz”). Nesta tela, por meio da lista suspensa “Curso”, o usuário pode selecionar o curso de graduação que deseja obter as recomendações. Por meio do botão “Preferências”, é possível acessar a tela de configuração de preferências de recomendação e por meio do botão “Preencher com recomendações”, o usuário pode requisitar recomendações personalizadas. Além disso, para além das recomendações automáticas, nesta tela também pode ser possível



adicionar ou remover manualmente turmas disponíveis no semestre corrente utilizando a lista de turmas posicionada ao lado esquerdo da tela, sendo sempre possível salvar as alterações feitas para que seja realizada a persistência das seleções clicando no botão “Salvar”.

Início Histórico **Matriz** Amigos usuario teste

Curso
 Ciência da C...

PREENCHER COM RECOMENDAÇÕES

PREFERÊNCIAS

SALVAR

Segunda		Quarta		Sexta	
08h00		08h00		08h00	
10h00		10h00		10h00	
13h30	Engenharia de software Luiz Eduardo Galvão Martins	13h30	Engenharia de software Luiz Eduardo Galvão Martins	13h30	
15h30		15h30		15h30	
19h00	Introdução à pesquisa operacional Antonio Augusto Chaves	19h00		19h00	
21h00	Introdução à pesquisa operacional Antonio Augusto Chaves	21h00		21h00	
Terça		Quinta		Sábado	
08h00		08h00		08h00	
10h00		10h00		10h00	
13h30		13h30		13h30	
15h30	Compiladores Thaina Aparecida Azevedo Tosta	15h30	Compiladores Thaina Aparecida Azevedo Tosta	15h30	
19h00		19h00		19h00	
21h00	Fenômenos eletromagnéticos Rossano Lang	21h00	Fenômenos eletromagnéticos Rossano Lang	21h00	

Algebra linear II | Thiago Castilho de Mello | SEG 13:30 | QUA 13:30

Análise Real II | Leandro Candido Batista | SEG 10:00 | QUA 10:00

Atividades Complementares - BCT

Atividades Complementares - BCT

Biofísica | Carlos Marcelo Gurjão de Godoy | SEG 15:30 | QUA 15:30

Biofísica | Carlos Marcelo Gurjão de Godoy | SEG 19:00 | QUA 19:00

Biologia Estrutural | Martin Rodrigo Alejandro Wurtele | SEG 13:30 | SEG 15:30

Biologia geral

Figura 1 – Tela de Gerenciamento de Matriz Horária

Clicar no botão “Preferências” na página “Matriz” faz com que a tela de configurações de preferências de recomendação do usuário seja exibida, onde é possível definir a quantidade máxima de UCs que deve ser recomendada, os períodos e dias da semana que não devem ser considerados para recomendação e os períodos e dias da semana que devem ser priorizados nas recomendações. A tela denominada “Amigos”, por sua vez, permite que sejam gerenciadas conexões com outros usuários, a fim de serem consideradas no sistema de recomendação. Isso é considerado porque, como mencionado anteriormente na Seção 3, o estudo em conjunto auxilia na reflexão e retenção de informações (JOHNSON; JOHNSON, 1986), além de impulsionar o interesse dos participantes pelo assunto (GOKHALE, 2000).

5.2 Lógica de Recomendação

Quando a recomendação de uma matriz horária é solicitada pelo usuário, o sistema para obter a recomendação final que será enviada como resposta, inicia o processo de seleção de turmas que consiste em 4 etapas, sendo elas, em ordem: triagem de UCs, priorização de UCs, permutação de turmas e pontuação de matrizes. As etapas serão explicadas a seguir.

1. **Triagem de UCs**, onde são selecionadas somente aquelas que podem ser cursadas pelo estudante - ainda não foram concluídas, possuem os seus pré-requisitos cumpridos, estão disponíveis no semestre vigente, estão disponíveis nos dias e horários que não foram bloqueados pelo aluno na configuração das preferências e são necessárias para a integralização do curso. Por definição, neste processo são aplicados dois tipos de filtragem de informações: a filtragem baseada em utilidade, que considera a utilidade dos itens para o usuário, e a filtragem baseada em conhecimento, realizada com inferências sobre as preferências e necessidades dos usuários.
2. **Priorização de UCs**, na qual é atribuída uma pontuação à UC para definição de sua relevância para a matriz horária individual atual, considerando-se a trajetória do estudante

e a relação de dependência que determinada UC pode ter com outras UCs. Quanto maior for a dependência que as UCs futuras têm de uma UC disponível no semestre vigente, maior sua relevância. Como exemplificação, observa-se, na Figura 2, a atribuição de 5 pontos à UC “Lógica de Programação” (LP), que inicia uma cadeia com outras 4 UCs dependentes desta; enquanto “Matemática Discreta” (MD) recebe 3 pontos. Neste exemplo, LP tem prioridade sobre MD.

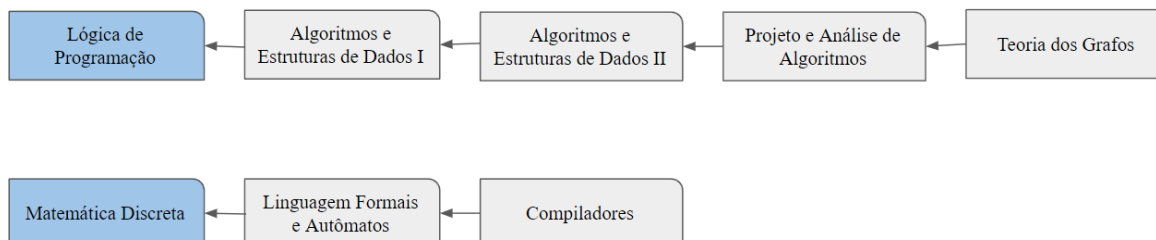


Figura 2 – Pontuação de UCs para Recomendação de Matriz Horária

3. **Permutação de turmas**, na qual, com as UCs priorizadas, são selecionadas as que possuem maior pontuação para fazerem parte da matriz horária que será recomendada, sendo a quantidade de UCs selecionadas dependente das preferências configuradas pelo usuário. Em seguida, são resgatadas todas as turmas dessas UCs da matriz semestral corrente e criadas todas as permutações possíveis de matriz horária usando essas turmas, ou seja, todas as opções de matriz que não possuem repetição de UCs e descartando as combinações que apresentam conflitos de horário.
4. **Pontuação de matrizes**, onde a matriz horária com maior pontuação é recomendada ao usuário e, para isso, são levados em consideração quatro requisitos e seis regras, além da priorização de UCs já realizada. Os quatro requisitos são: (1) considerar as preferências do usuário em relação aos dias da semana e turnos; (2) considerar a quantidade de turmas selecionadas no mesmo dia da semana; (3) considerar a quantidade de turmas selecionadas no mesmo turno; e (4) adicionar relevância às UCs considerando o interesse da rede de amizade do estudante. Por sua vez, as seis regras funcionam para a deliberação de pontos a uma turma e foram instituídas considerando-se uma combinação de indicadores como a quantidade de turmas selecionadas no mesmo período (manhã/tarde/noite), a quantidade de turmas selecionadas no mesmo dia da semana, a inclusão do horário da turma na lista de horários preferidos pelo usuário e a seleção da turma por um ou mais amigos adicionados, sendo elas: (1) turmas selecionadas no mesmo dia da semana concedem +2 pontos; (2) turmas no mesmo turno conferem +1 ponto; (3) turmas no mesmo dia e turno atribuem +3 pontos; (4) turmas em dias da semana preferidos pelo usuário recebem +1 ponto; (5) turmas em turnos preferidos pelo usuário recebem +1 ponto; e (6) turmas já escolhidas pelos amigos adicionados à rede recebem +1 ponto. A sexta e última regra foi instituída para que sejam concedidos mais pontos às UCs escolhidas pelos amigos adicionados à rede do estudante. Por exemplo, se uma matriz a ser recomendada tiver três UCs já selecionadas pelos amigos do estudante, ela recebe mais três pontos, um por turma, nessa etapa de pontuação. Esse recurso está alinhado ao princípio da aprendizagem colaborativa, abordado na Seção 3. A Figura 3 traz um exemplo de pontuação de uma UC hipotética denominada “X”. Essa UC está ilustrada dentro de uma das matrizes que poderiam ser recomendadas para um estudante que configurou predileção por aulas de segunda-feira à quinta-feira e que restringiu a adição de UCs no período da manhã. A UC “X”, portanto, receberá 14 pontos pelas três primeiras regras, 1 ponto por também ter sido recomendada para um dos amigos do estudante e 2 pontos por atender às preferências relacionadas a dias e horários indicadas anteriormente. Considerando todos esses



elementos, o total de pontos da UC “X” será, então, igual a 17. Depois do processo em que cada UC recebe seus pontos, é realizada a somatória desses valores para o cálculo da pontuação da matriz. Aquela matriz que receber a maior pontuação será a recomendada ao estudante para o semestre em questão.

	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	
08h						Manhã
10h						
13h30	IA (+2)		IA (+0)			Tarde
15h30		IB (+0)		IB (+0)		
19h	X (+3) (=7)					Noite
21h	X (+3) (=7)	N (+1)		N (+1)		

Figura 3 – Exemplo de Pontuação de uma UC

Resumidamente, o cálculo de pontuação de uma matriz horária é feito de acordo com a Equação 1.

$$\sum_{i=1}^T P_i + 2 * D_i + A_i + H_i, \quad (\text{Equação 1})$$

onde T é a quantidade total de turmas selecionadas na matriz horária, P_i é a quantidade de turmas selecionadas no mesmo período que a i -ésima turma, D_i é a quantidade de turmas selecionadas no mesmo dia da semana que a i -ésima turma, A_i equivale a 1 caso amigos adicionados tenham selecionado a i -ésima turma e 0 caso contrário, e H_i é a quantidade de horários da i -ésima turma presentes na lista de horários preferidos pelo estudante.

5.3 Avaliação do Sistema de Recomendação

As respostas do questionário de avaliação foram constituídas por 14 participantes anônimos de cursos de graduação em Computação da Universidade Federal analisada, cujo formulário foi disponibilizado por meio da plataforma *Google Forms*. Vale ressaltar que com esse número de respondentes foi possível analisar a usabilidade do sistema, tendo em vista que, segundo (NIELSEN; LANDAUER, 1993), são necessários 5 participantes do questionário para assegurar uma estimativa que compreenda os principais elementos a serem observados. Além disso, quanto maior a quantidade de participantes avaliando o sistema, maior será a confiança do resultado obtido.

Inicialmente, foram realizadas perguntas específicas sobre as experiências anteriores dos estudantes no processo de montagem de suas matrizes horárias semestrais, objetivando que os estudantes indicassem elementos-chave quanto aos recursos relevantes para esse processo. Sobre as experiências com as UCs, a maioria dos participantes (65,48%) relatou algum registro de arrependimento pela realização de uma matriz horária semestral fora de proporção considerando variáveis como complexidade, carga horária e tempo dedicado. Além disso, tem-se que: 61,10% dos participantes compartilharam que estudar em grupo foi determinante para um bom rendimento; 38,10% arrependem-se de ter cursado uma UC de forma precoce ou tardia; e 29,76% relataram problemas com a montagem de uma matriz horária semestral por falta de informações. Quanto aos elementos-chave levados em consideração na montagem da matriz horária semestral comumente utilizada pelos estudantes,



tem-se como principais resultados: 86,90% dos respondentes pontuaram as consequências de não cursar a UC no período em questão (como aumento do tempo de curso e bloqueio de UCs que a exigem como pré-requisito), o horário (80,95%) e o dia (57,14%) em que as aulas acontecerão, a presença de amigos na mesma turma (50,00%), a complexidade do conteúdo (47,62%), a carga horária total da matriz (30,95%), a carga horária de cada UC (20,24%) e a distribuição de turmas dentro da semana (19,05%). Aqui vale destacar que a presença de amigos na turma foi pontuada por metade dos participantes, demonstrando a importância da aprendizagem colaborativa, o que corrobora com as pesquisas de (JOHNSON; JOHNSON, 1986), (GOKHALE, 2000) e (LAAL; LAAL, 2012).

Após o questionamento das experiências anteriores dos participantes no processo de montagem de suas matrizes horárias semestrais, os estudantes utilizaram o sistema de recomendação projetado e responderam às afirmações do método SUS, como descrito na Seção 4. Usando as regras de pontuação do método SUS aplicado, foram calculadas as contribuições de pontuação de cada resposta dos formulários submetidos pelos participantes. Com as pontuações definidas, foram calculadas a média e o desvio padrão para cada questão. Para definir a pontuação geral obtida como resultado da aplicação do teste, foi calculada a média dos resultados gerais dos 14 testes, chegando num valor de aproximadamente 92,32 pontos. Os estudos de (BANGOR; KORTUM; MILLER, 2009) apontam que a média de pontuação em testes de usabilidade no modelo SUS para sistemas com interface web é de 68,2 pontos, além de posicionarem sistemas com pontuação média superior a 90,9 pontos no grupo de mais alta classificação, com uma descrição de “melhor imaginável”, o que é considerado “muito boa” ou “excelente” usabilidade pelos parâmetros estabelecidos pelo método.

Em uma análise geral, comentários como *“É bem intuitivo e simples de usar.”*, *“A interface gráfica não foi intuitiva para mim de início, mas provavelmente me facilitaria a vida em um remat.”*, *“Fiquei um pouco perdido primeiramente, mas logo consegui me adaptar.”* e *“Design objetivo, limpo e intuitivo.”*, recebidos por meio da pergunta aberta adicionada, corroboram a concordância completa de 78,6% dos usuários com a questão do SUS “É fácil utilizar o sistema.”, a discordância completa de 92,9% dos usuários com a questão do SUS “É complicado compreender o sistema” e a discordância completa de 50,0% dos usuários com a questão “Eu precisaria de explicações mais específicas para conseguir usar o sistema.”.

Da mesma forma, observações como *“Poucos cliques para atingir o objetivo de ter a matriz montada e velocidade no processamento de informações”* e *“É fácil de utilizar, intuitivo e com bons resultados.”*, confirmam a discordância completa de 85,7% dos usuários com a questão do SUS “O sistema é mais complexo que o necessário”, enquanto mensagens como *“Eu adorei o sistema, se eu tivesse essa facilidade no começo da faculdade me ajudaria bastante a não me perder nas matérias.”*, indicam a concordância dos usuários com a questão do SUS “Gostaria de utilizar esse sistema em minhas atividades individuais” e com a questão do SUS “Acredito que as pessoas se adaptarão rapidamente a esse sistema.”.

Além disso, 57,1% dos usuários concordaram completamente com a afirmativa “Me senti seguro ao utilizar o sistema”, todos os usuários discordaram completamente da questão “Precisei realizar pesquisas ou estudar para conseguir usar o sistema”, 78,6% dos usuários concordaram completamente com a questão do SUS “As funções do sistema estão bem relacionadas e funcionais” e, finalmente, 71,4% dos usuários discordaram completamente da questão do SUS “O sistema apresentou muitas inconsistências durante o uso”.

O questionário respondido pelos estudantes após a utilização da plataforma também incluía uma questão qualitativa opcional dissertativa para envio de observações e sugestões relacionadas ao sistema desenvolvido. O enunciado da questão disponibilizada era “Descreva pontos positivos, sugestões e pontos de melhoria do sistema” e possuía um campo de texto livre para envio de comentários. Essa questão recebeu respostas de 13 participantes, de onde 10 sugestões de melhoria puderam ser extraídas.



De acordo com as sugestões recebidas, três participantes pontuaram a possibilidade de adicionar mais textos explicativos e tutoriais à plataforma, com os relatos: *“Indicar se para achar um amigo devo escrever o nome completo ou se ao buscar o nome parcial aparecia a lista com o nome dos alunos ou buscar pelo RA”* - uma referência à falta de instruções sobre o processo de adição de conexões na tela “Amigos”; *“Talvez colocar alguma das instruções descritas na página inicial naquela de recomendação, por exemplo como forma de tooltip informativo”* - uma referência à falta de instruções sobre a utilização da tela “Matriz”; e *“Colocar um tutorial de onde pegar o histórico e qual formato ideal para o mesmo”* - uma referência à falta de instruções sobre a submissão de arquivos na tela “Histórico”.

Três estudantes sugeriram uma alteração específica na disposição dos dias da semana na tela “Matriz”, alegando não estarem dispostos de maneira intuitiva com os relatos: *“A interface gráfica não foi intuitiva pra mim de início (seg, ter, qua revezavam de um jeito que a gente não costuma ver no calendário, o mais intuitivo é ir da esquerda pra direita)”*; *“Organizar o layout dos dias, demorei a perceber que estava intercalado, talvez se estivesse os dias na horizontal um seguido do outro seria melhor”*; e *“Para mim é estranho a forma que o calendário está organizado, com terça abaixo de segunda ao em vez de estar ao lado”*.

Dois alunos sugeriram que alterações fossem feitas na aparência da plataforma para tornar a interface mais intuitiva e melhorar a experiência do usuário, com os relatos: *“Acharia mais visível ter mais cores nos elementos, ou então um modo noturno”*; e *“Estilizar o site para não ficar algo muito monotono”*.

6. Considerações Finais

Este artigo mostrou o desenvolvimento de um SR para auxiliar estudantes nas escolhas de suas matrizes horárias semestrais de UCs, considerando diferentes aspectos, tais como: histórico estudantil, a relevância de uma UC baseada nas preferências de disponibilidade do estudante, e nas escolhas de seus pares, visando contribuir com a aprendizagem colaborativa. O SR desenvolvido foi disponibilizado para um grupo de estudantes, os quais ajudaram a verificar os recursos que agregam maior valor ao sistema e também possíveis melhorias.

Espera-se que, com o SR desenvolvido neste estudo, os estudantes possam identificar um melhor aproveitamento de suas trajetórias acadêmicas, reduzindo o tempo dedicado à sua organização, bem como que o sistema possa auxiliar a coordenação de curso na orientação dos estudantes em relação à montagem de suas trajetórias curriculares acadêmicas. Logo, acredita-se que o sistema será um apoio para que o estudante possa ter informações úteis e relevantes sobre sua trajetória acadêmica e uma colaboração para os períodos de rematrícula do instituto, com vistas à redução de impactos de médio e longo prazo para sua formação. Além disso, o trabalho aqui apresentado e o SR desenvolvido podem ajudar a reduzir a carência de estudos específicos sobre o uso de SR em cursos de graduação no Brasil e a importância de desenvolvimento de recursos que melhorem a experiência acadêmica dos estudantes, como reportado na revisão sistemática da literatura em (LUCEMA et al., 2021).

Como trabalhos futuros, pode-se considerar a complexidade/carga de trabalho das UCs selecionadas para o aprimoramento da recomendação, indicar os critérios que levaram à recomendação de determinada matriz, aperfeiçoar a aparência da plataforma para uma experiência do usuário ainda melhor, adicionar mais textos informativos e tutoriais, e adicionar, por meio da tela “Cadastro de Matriz” apresentada na Subseção 5.1, além dos cursos de Computação utilizado aqui como estudo de caso, o BCT e os demais CFEs ao SR. Além disso, para as demais universidades e instituições de ensino que tenham interesse no trabalho desenvolvido, o SR pode ser encontrado gratuitamente no GitHub por meio dos links: <https://github.com/pedrospoljaric/tcc-back> (back-end) e <https://github.com/pedrospoljaric/tcc-front> (front-end).



Referências

- ALCÂNTARA, P. R.; SIQUEIRA, L. M. M.; VALASKI, S. Vivenciando a aprendizagem colaborativa em sala de aula: experiências no ensino superior. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 12, p. 169–188, 2004.
- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, 2009.
- BROOKE, J. Sus: A quick and dirty usability scale. In: **Usability Evaluation in Industry**, v. 189, p. 189–194, 1996.
- BURKE, R. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 12, p. 331–370, 2002.
- GOKHALE, A. Collaborative learning enhances critical thinking. **Journal of Technology Education**, v. 7, 2000.
- JAVED, U.; SHAUKAT, K.; HAMEED, I. A.; IQBAL, F.; ALAM, T. M.; LUO, S. A review of content-based and context-based recommendation systems. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 16, n. 03, p. 274–306, 2021.
- JOHNSON, R.; JOHNSON, D. Action research: Cooperative learning in the science classroom. **Science and Children**, v. 24, 1986.
- LAAL, M.; LAAL, M. Collaborative learning: what is it? **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 31, p. 491–495, 2012.
- LAISA, J.; MEDEIROS, T.; ARANHA, E.; SILVA, T. R. Uma revisão sistemática da literatura sobre sistemas de recomendação educacional. **Anais do Computer on the Beach**, v. 9, p. 751–760, 2018.
- LUCEMA, T. B. S.; GOMES, P. s.; MUSA, D. L., OLIVEIRA, T. Análise da aplicação de Sistemas de Recomendação no contexto educacional: Revisão Sistemática da Literatura Nacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 19, n. 2, p. 163–172, 2021.
- MARINHO, L.; CAMPOS, R.; SANTOS, R. P.; SILVA, M. F.; OLIVEIRA, J. Conceitos, implementação e dados privados de algoritmos de recomendação. In: FRANÇA, T. C.; NOGUEIRA, J. L. T.; ANTUNES, J. F. (Ed.). **Minicursos da ERSI-RJ 2019 - VI Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro**, Sociedade Brasileira de Computação, 2019.
- MOTTA, C. L. R.; GARCIA, A. C. B.; VIVACQUA, A. S.; SANTORO, F. M.; SAMPAIO, J. O. Sistemas de recomendação. PIMENTAL, M.; FUKS, H. (Ed.). **“Sistemas colaborativos”**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- MÜLLER, L.; SILVEIRA, M. S. E agora, quem poderá me ajudar? utilizando sistemas de recomendação para otimização do processo de busca por auxílio em ambientes colaborativos



de ensino. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 23, n. 1, 2012.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. In: **Proceedings of the conference on Human factors in computing systems (INTERCHI'93)**, p. 206–213, 1993.

REZENDE, P. A. A.; CAMPOS, F.; STROELE, V.; BRAGA, R. M. M. Recomendação baseada no perfil e contexto tecnológico do aluno. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 29, n. 1, 2018.

RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. **Introduction to Recommender Systems Handbook**. 1st edition. ed. Boston, MA: Springer US, 2011.

TANG, T.; MCCALLA, G. Beyond learners' interest: Personalized paper recommendation based on their pedagogical features for an e-learning system. In: ZHANG, C.; GUESGEN, H. W.; YEAP, W.-K. (Ed.). **PRICAI 2004: Trends in Artificial Intelligence**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 301–310, 2004.

TORRES, P. L.; ALCANTARA, P.; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 13, p. 129–145, 2004.