

Human-centered design to address challenges in school schedule generation and management

Pablo Nunes Vargas
pablo.vargas@unir.br
Universidade Federal de Rondônia
Porto Velho, Rondônia, Brasil

Yukio Felberk Shigihara
yukio.shigihara@ifro.edu.br
Instituto Federal de Rondônia
Ji-Paraná, Rondônia, Brasil

Leandro Gabriel
leandro.gabriel@ifro.edu.br
Instituto Federal de Rondônia
Cacoal, Rondônia, Brasil

Daniela Gorski Trevisan
daniela@ic.uff.br
Universidade Federal Fluminense
Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

ABSTRACT

Class scheduling presents a recurring challenge each semester in educational institutions. Frequently, the methodologies and tools used in creating class schedules do not meet the needs of stakeholders, leading to considerable dissatisfaction and potential conflicts among the team. This project aims to demonstrate a human-centered approach by employing design thinking in action, through a detailed report on the methods and techniques used in the collaborative development of a school scheduling prototype. The design process included three primary phases: immersion, ideation within constraints, and evaluation of the proposed solution. As a result, a versatile and functional prototype was developed, undergoing three evaluative interactions: heuristic evaluation, First Click analysis, and System Usability Scale (SUS) testing. As evaluations progressed, the prototype underwent the necessary modifications, showcasing its evolution within a user-centered process. This functional prototype is the main outcome of this research. Furthermore, this study seeks to contribute to encouraging and demonstrating the use of the design thinking process in the development of a software tool.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → *User centered design*.

KEYWORDS

School Schedule, Design Thinking, Prototype, Assessments, Usability.

ACM Reference Format:

Pablo Nunes Vargas, Leandro Gabriel, Yukio Felberk Shigihara, and Daniela Gorski Trevisan. 2023. Human-centered design to address challenges in school schedule generation and management. In *Proceedings of Make sure to enter the correct conference title from your rights confirmation email (Conference acronym 'XX)*. ACM, New York, NY, USA, 8 pages. <https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from [permissions@acm.org](https://permissions.acm.org).

Conference acronym 'XX, June 03–05, 2023, Woodstock, NY

© 2023 Association for Computing Machinery.
ACM ISBN 978-1-4503-XXXX-X/18/06...\$15.00
<https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

1 INTRODUÇÃO

A gestão do horário escolar antes do início do semestre é uma tarefa comum em ambientes educacionais. Frequentemente, a definição desses horários se mostra desafiadora devido a uma série de fatores, sobretudo pelas inúmeras restrições e requisitos que necessitam ser atendidos [12]. Esses desafios dependem, em grande parte, da disponibilidade dos professores, da ocupação das salas durante a semana, dos pedidos de ajuste por parte dos acadêmicos, entre outras limitações.

Embora a definição do horário escolar já seja bastante explorada, utilizando-se de heurísticas simples e metaheurísticas, conforme indicado por diversos estudos [6] [10] [4], persistem dificuldades na criação de soluções genéricas e no manejo de diferentes tipos de restrições e condições que podem surgir dinamicamente, incluindo aspectos subjetivos [10]. Questões subjetivas podem envolver, por exemplo, a conciliação do horário escolar com a rotina familiar ou a observância do número de horas-aula regulamentado no país.

No setor de software, existem diversas ferramentas projetadas para facilitar ou automatizar o processo de criação do horário escolar. Contudo, a integração dessas ferramentas com o processo de geração do horário escolar apresenta desafios, como evidenciado em [5]. Adotar abordagens centradas no usuário pode oferecer uma estratégia eficaz para contemplar as diferentes perspectivas dos envolvidos neste processo.

No entanto, observa-se uma lacuna em pesquisas focadas na usabilidade e na experiência do usuário (UX) das ferramentas de geração do horário escolar, bem como na participação ativa dos usuários no desenvolvimento dessas ferramentas.

Este trabalho visa demonstrar uma abordagem para a gestão do horário escolar, enfatizando o design centrado no usuário e empregando o design thinking como metodologia para desenvolver a solução. Desse modo, relatam-se todas as técnicas e métodos utilizados na elaboração de uma ferramenta para geração do horário escolar, seguindo as etapas do processo de design thinking.

2 BACKGROUND TEÓRICO

Segundo Brown[3], diretor executivo da IDEO, uma das principais empresas de design do mundo, o design thinking combina a empatia pelo contexto dos usuários, a criatividade na geração de ideias, a análise racional na seleção de soluções e a execução prática para levar as soluções adiante. Essa abordagem se baseia na compreensão

das necessidades e desejos dos usuários, colocando-os no centro do processo de inovação.

O processo do design thinking é caracterizado por várias etapas interconectadas. De acordo com Liedtka e Ogilvie[7], essas etapas envolvem a imersão na realidade dos usuários para entender seus problemas e desafios, a geração de ideias criativas por meio de técnicas como *brainstorming* e prototipagem rápida, a seleção e refinamento das soluções mais promissoras e a implementação e iteração constante para aprimorar a solução final.

Para o aprimoramento da solução em muitas situações a avaliação heurística pode colaborar com sua forma de inspecionar a interação. A relação entre design thinking e avaliação heurística tem sido explorada como uma abordagem complementar para melhorar a experiência do usuário e a usabilidade de produtos e serviços.

A avaliação heurística é uma técnica de inspeção que envolve a identificação de problemas de usabilidade com base em diretrizes heurísticas pré-estabelecidas. Nielsen[8], trabalha com 10 heurísticas, que são: visibilidade do status do sistema; correspondência entre o sistema e o mundo real; Controle e liberdade do usuário; consistência e padrões; prevenção de erros; reconhecimento em vez de lembrança; flexibilidade e eficiência de uso; estética e design minimalista; ajuda e documentação; reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros.

De acordo com Nielsen e Molich[9], a avaliação heurística é uma maneira barata de identificar problemas de usabilidade, mas se recomenda fazer utilizando de 3 a 5 avaliadores e misturando com outros métodos alternativos. Portanto, é importante utilizar outras formas de avaliação da usabilidade para que assim os problemas de interação ou interface sejam mitigados.

Assim como ocorre com *First Click* que faz parte das ferramentas de clique/mouse, possuindo recursos valiosos para avaliar o comportamento dos usuários em uma página da Web. Essas ferramentas de clique/mouse permitem ao pesquisador obter dados sobre onde os usuários clicam e como movem o mouse, oferecendo *insights* sobre a interação e o engajamento do usuário[13].

Em usabilidade, a *System Usability Scale* (SUS) é um instrumento amplamente utilizado para avaliar a usabilidade percebida de um sistema ou produto. Desenvolvida por John Brooke em 1986, consiste em 10 afirmações em que os usuários classificam seu nível de concordância em uma escala de cinco pontos. Metade das afirmações são positivas e metade são negativas. As pontuações do SUS variam de 0 a 100, sendo que uma pontuação mais alta indica melhor usabilidade, onde 100 representa uma pontuação perfeita [2].

Ao combinar o design thinking com a avaliação heurística, *First Click* e SUS, acredita-se que poderá ser possível agregar as perspectivas de empatia e criatividade do design thinking com a análise sistemática e orientada que envolvem essas técnicas. Isso permite uma abordagem mais holística e centrada no usuário para a melhoria da usabilidade durante a avaliação da interação de um protótipo em desenvolvimento. Outras técnicas e métodos utilizados ao longo do processo de design thinking serão apresentadas em conjunto na metodologia dando um destaque maior para as aplicadas na etapa de avaliação.

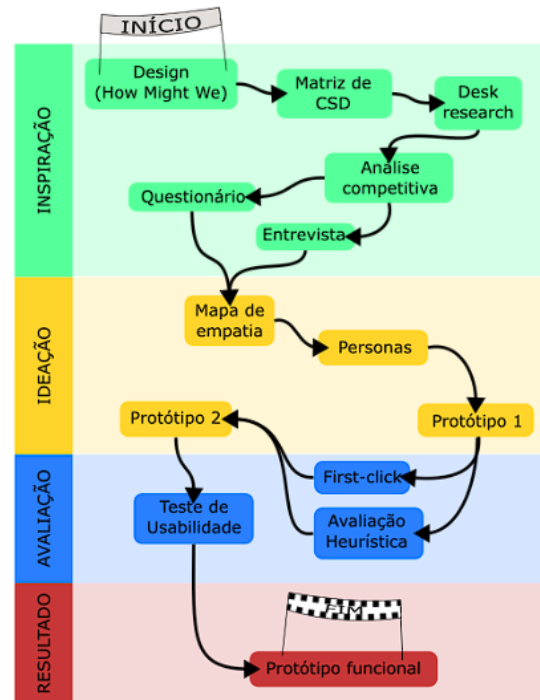


Figure 1: Resumo dos métodos e técnicas utilizados dentro do processo de Design Thinking.

3 METODOLOGIA

O trabalho trata-se de uma pesquisa empírica em que explorou experiências da área de Interação Humano-Computador (IHC) diante da concepção de um protótipo para geração do horário escolar que durou cerca de 6 meses. Para guiar o processo de concepção desse protótipo funcional utilizou-se o processo de design thinking, começando na etapa de inspiração, fluindo iterativamente na transição da ideação para avaliação.

Durante as etapas do processo foram aplicados diversos métodos e técnicas ligadas à IHC. A Figura 1 mostra as etapas do processo de design thinking em conjunto com métodos e técnicas utilizados até a construção do protótipo funcional. A etapa de imersão na realidade do usuário está representada pela inspiração e a etapa de geração de ideias criativas ficou como ideação aplicando prototipagem, como nota-se pela Figura 1. Partindo dessas etapas pensaram-se em algumas soluções e realizaram-se implementações seguidas de avaliações até a criação de um protótipo funcional.

3.1 Inspiração e Descoberta

No início do processo de design, procurou-se compreender a percepção dos envolvidos na geração do horário escolar sobre esse processo e sobre as ferramentas específicas utilizadas, que são únicas para cada instituição.

Para isso, aplicou-se, como primeira técnica, o *How Might We* formulando perguntas, entre os autores, para compreender melhor o contexto dessa atividade de geração do horário e o que as ferramentas utilizadas necessitam do ponto de vista da usabilidade. A

pergunta central refere-se: Como podemos ajudar o técnico administrativo/professor a fazer uma boa gestão do horário escolar? A meta de usabilidade principal a se alcançar é satisfação do usuário.

Em seguida, realizou-se uma matriz CSD (Certezas, Suposições e Dúvidas) em conjunto com o método de Desk Research que serviram para apontar uma direção no design da solução. Essas descobertas ajudaram na formulação do questionário, visto que se desejava reduzir as suposições e dúvidas a cerca do problema, bem como confirmar as certezas discutidas.

Além disso, comparou-se as principais ferramentas utilizando uma análise competitiva mostrando os prós e contras, além de informações como: custos, formato de negócio, abrangência, entre outras. As ferramentas comparadas foram: Microsoft Excel, Urânia, Cronos Timetable e aSc Timetables. O Excel apesar de não ter propósito específico para tarefa de geração do horário é muito utilizado em diversos ambientes institucionais para tal tarefa.

Após essa imersão nas primeiras descobertas alcançadas, elaborou-se dois instrumentos de coleta de dados, sendo um quantitativo e outro qualitativo. Para ambos os instrumentos criados foram apresentados, inicialmente, os objetivos do estudo, assim como do instrumento que iriam responder, além do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) que pode ser encontrado no portfólio¹.

Como técnica quantitativa, utilizou-se questionário semiestruturado com perguntas sobre o processo de construção do horário escolar, assim como sobre o perfil do participante e as ferramentas relacionadas. Já qualitativamente, realizaram-se entrevistas abertas com questionamentos que ficaram vagos, bem como para entender os desafios que ocorrem durante o processo de criação do horário escolar através de uma análise descritiva.

Nos questionários, obtiveram-se 13 respostas em relação às 29 perguntas realizadas e, nas entrevistas, foram 4 entrevistados com 26 perguntas para cada e duração entre 15 e 20 minutos. Os respondentes do questionário tinham como perfil serem professores (76,9%) e os demais eram técnicos-administrativos de instituições, maioria (38,5%) tinham participando mais de 10 vezes da construção do horário escolar e 84,6% já utilizaram um software de forma oficial dentro da instituição para construir o horário escolar.

Em relação ao perfil dos entrevistados, a primeira pessoa possuía 34 anos, era do sexo masculino sendo professor do magistério superior com escolaridade em nível de mestrado e já participou da construção do horário escolar em nível superior. A segunda entrevistada tinha 39 anos, sexo feminino, técnico administrativo em assuntos educacionais, com escolaridade em nível de mestrado e já participou da construção do horário escolar em nível médio integrado e em nível superior.

O terceiro entrevistado tinha 41 anos, sexo masculino, professor do magistério do ensino básico, técnico e tecnológico, com escolaridade em nível de mestrado e participou da construção do horário escolar em nível de mestrado. E o último entrevistado contava com 40 anos, sexo masculino, com escolaridade em nível de mestrado, bem como, participou da construção do horário escolar em nível de ensino fundamental e médio. Todos os entrevistados se declararam experientes na construção do horário escolar e já haviam utilizados ferramentas durante a construção.

A elaboração do questionário contou com uso do Google Forms, sendo disponibilizado online durante o período de 10 dias e divulgado via redes sociais e e-mails institucionais. Já os entrevistados foram selecionados com base na experiência vivenciada dentro da gestão do horário escolar e, também, por conveniência da facilidade do acesso.

Os questionários não tiveram significância estatística porém proporcionaram algumas curiosidades, sendo elas:

- 84,6% dos respondentes não receberam nenhum treinamento.
- Classificaram o Excel como bom ou excelente.
- Integração com outros softwares institucionais demonstra ser um fator a se considerar.
- Ambiente colaborativo aparenta ser importante numa ferramenta.
- Automatização e otimização mostram ser outro fator importante entre os respondentes.
- Exportar horário para diversos formatos é desejável.
- A relação entre o processo de construção do horário escolar e o software de suporte aparenta ter bastante dependência.

A primeira curiosidade, sobre falta de treinamento, é algo muito valioso e deve ser investigado com bastante profundidade, entretanto neste trabalho não será abordado devido seu objetivo seja de explorar a concepção de uma solução junto ao seu relato e não sua implantação. Da análise das entrevistas, identificaram-se tendências de respostas convergindo para as seguintes categorias: Atividade repetitiva; Processo dificultoso; Ferramentas para apoiar; Comunicação informal e; Ambiente incerto.

Todas as técnicas empregadas nesta etapa ajudaram na parte de imersão e descobertas sobre a complexa atividade de geração do horário, bem como ofereceram direcionamentos para próxima etapa de ideação. Os resultados completos dessa etapa podem ser acessado, pela seção de inspiração, no link do portfólio já citado.

3.2 Ideação

Nessa etapa, primeiramente, utilizou-se o mapa de empatia para impulsionar a geração de ideias, buscando uma compreensão aprofundada dos sentimentos dos usuários durante as atividades de geração do horário escolar, bem como associando afirmações a essas atividades. O mapa de empatia, inserido no contexto das *personas* relacionadas a determinada atividade, é considerado benéfico dentro do processo de design thinking [11], tratando as *personas* como perfis dos diversos usuários envolvidos na atividade de geração do horário escolar.

Para a dinâmica de criação do mapa de empatia, utilizou-se a ferramenta Miro² e o mapa foi dividido em quatro quadrantes: diz, pensa, faz e sente. O objetivo principal era identificar padrões e perfis comportamentais dos usuários responsáveis pela elaboração do horário. A atividade consumiu aproximadamente 2 horas, realizada pelos próprios autores, destacando aspectos gerais sobre a construção do horário escolar.

A análise dos quadrantes contribuiu para a definição dos perfis dos usuários que participam da construção do horário escolar, permitindo um maior entendimento dos desafios enfrentados por eles durante essa atividade.

¹Site do portfólio: <<https://sites.google.com/ifro.edu.br/gestao-de-horario-escolar/pagina-inicial>>

²Site do Miro: <https://miro.com>

Dentre as observações extraídas do mapa de empatia, destaca-se que os padrões de horário variam entre as escolas, os envolvidos buscam agilidade no processo de construção, e concluir a definição do horário é um desafio complexo.

Na tentativa de identificar os diferentes tipos de usuários, surgiram três perfis distintos de *personas*: Persona A (O Automatizável), Persona B (O Colaborativo) e Persona C (O Manual). A Persona A é extremamente organizada e vê os trabalhos repetitivos como oportunidades de otimização. A Persona B, indiferente à escolha entre ferramentas específicas ou genéricas, foca em concluir a atividade de maneira harmoniosa. Já a Persona C prefere métodos próprios, utilizando planilhas eletrônicas para a elaboração do horário.

A concepção geral resultou na ideia de incorporar um assistente virtual, filtros para o horário, chats para comunicação entre os envolvidos e uma interface similar a planilhas ou tabelas.

Proseguindo, a primeira versão do protótipo foi desenvolvida com base nas informações coletadas até então, utilizando o método de Análise Hierárquica de Tarefas (AHT) sob a perspectiva do principal ator na construção do horário. Esse modelo está disponível no portfólio, na seção de ideiação do protótipo, onde também se encontram detalhadas as demais técnicas empregadas.

As versões do protótipo foram desenvolvidas para a plataforma web, em JavaScript, sem o uso de frameworks, com o auxílio dos softwares *open-source* Visual Studio Code e Inkscape, e o código-fonte está disponível em um repositório público no GitHub³.

3.3 Avaliação da interação

Depois da primeira versão do protótipo, solicitaram-se para outros 3 pesquisadores da área de computação realizarem avaliação heurística de Nielsen[9] conforme sugere as conclusões desse estudo. Os avaliadores eram estudantes de doutorado em computação e realizavam uma disciplina relacionada à IHC, assim como, atuavam profissionalmente na área.

Os avaliadores demoraram cerca de 1 hora para realizarem as atividades de geração do horário investigando a interface/interação, sendo relatados como Avaliador 1, Avaliador 2 e Avaliador 3 neste trabalho buscando manter o anonimato. O objetivo principal estava em inspecionar problemas de usabilidade na interface e encontraram 13 problemas separados entre 8 das 10 heurísticas abordadas por Nielsen[8]. Além disso, os avaliadores informaram qual o grau de severidade do problema entre uma escala que vai de: 1-cosmético, 2-pequeno, 3-grande e 4-catastrófico.

Outra avaliação realizada esteve presente com teste do *First Click* solicitando, em 6 tarefas importantes e comuns na geração do horário escolar, um clique correspondente para cada tarefa. Para criação dos teste de *First Click* utilizou-se a ferramenta Chalkmark⁴ da Optimal Workshop, sendo apresentada uma mensagem de boas vindas para os respondentes, assim como os objetivos daquele teste.

Antes do teste, realizaram-se 2 perguntas para verificar caso o respondente já tivesse participado da elaboração do horário escolar e, também, que tipo de ferramentas já utilizou para tal atividade. Passaram-se instruções a respeito do teste e, então, era apresentada uma tela do protótipo com uma tarefa pedindo para o respondente

clique no local onde provavelmente ele realizaria essa tarefa. No fim, os avaliadores davam uma nota entre 0 e 10 a respeito da familiaridade da interface com a tarefa e deixava-se uma caixa aberta para caso o respondente quisesse comentar algo sobre o teste.

Com os dados coletados e analisados da avaliação heurística, bem como do teste de *First Click*, elaborou-se uma nova versão protótipo buscando melhorar os problemas relatados. Para essa versão 2 do protótipo procedeu-se com um teste de usabilidade conhecido como SUS. O cálculo do SUS envolve um processo simples que requer que os participantes respondam a um conjunto de 10 afirmações, cada uma pontuada em uma escala *Likert* de 1 a 5 (entre discordo totalmente até concordo totalmente).

Portanto, realizaram-se 10 afirmações sobre o protótipo testado sendo, alternadamente, positivas (ex: “Eu achei fácil de usar.”) e negativas (ex: “Eu achei o protótipo confuso de usar.”) essas declarações em relação aos aspectos da interface ou interação. A pontuação final do SUS pode variar de 0 a 100 e quanto mais próxima de 100 melhor é a usabilidade. [13].

Esse método fornece uma medida quantitativa de usabilidade e permite a comparação de diferentes sistemas ou iterações para avaliar melhorias na experiência do usuário. Antes das 10 afirmativas, haviam perguntas correspondentes ao perfil do respondente, assim como, ocorreram observações junto aos usuários na utilização do protótipo sendo solicitados a permissão para registro e, também, a concordância com o TCLE. Por fim, deixava-se uma pergunta aberta para caso o respondente desejasse comentar algo sobre o protótipo.

No total 6 pessoas participaram do teste de usabilidade utilizando o método SUS e dos quais todos eram profissionais da área de computação. A maioria dos usuários tinham entre 31 e 50 anos, são do sexo masculino, 4 eram professores e 2 eram técnicos, bem como, 5 dos usuários eram mestres e 1 era especialista. O principal objetivo era verificar problemas de usabilidade levando em consideração a satisfação e eficiência da proposta de solução.

4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO E DISCUSSÕES

Diante da primeira versão do protótipo, realizaram-se a avaliação heurística e o teste de *First Click* com participantes diferentes. Após uma análise dos resultados dessas duas avaliações, que serão explanados em seguida, criou-se uma segunda versão buscando corrigir os problemas identificados tanto pela avaliação heurística quanto pelo teste do *First Click*. A segunda versão do protótipo passou por um teste de usabilidade conhecido como SUS.

Vale ressaltar que, por se tratar de um protótipo, algumas das funcionalidades não foram totalmente implementadas e/ou testadas, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos. Para apresentar os resultados, separaram-se em avaliação por inspeção e feedback dos usuários. Nas quais, a avaliação por inspeção relata os resultados da avaliação heurística e o feedback dos usuários representa o teste do *First Click* e o teste de usabilidade SUS.

4.1 Avaliação por inspeção

Pela avaliação heurística, os avaliadores identificaram 16 problemas sendo que 3 deles foram comumente encontrados por mais de um

³Repositório GitHub: < <https://github.com/leo150250/horario> >

⁴Site de Chalkmark: < <https://www.optimalworkshop.com/learn/101s/first-click-testing/> >



Figure 2: Resultado da avaliação heurística separada por avaliadores.

avaliador, ou seja, no total de fato foram 13 problemas. A Figura 2 demonstra graficamente a quantidade de problemas identificados por avaliadores. Portanto, na Figura 2 leva-se em consideração os problemas encontrados por mais de 1 avaliador, podendo ser problemas equivalentes.

Os 3 problemas comuns identificados por mais de um avaliador foram: I-“Quando não há alertas, não há indicações de que não há alertas”, II-“Geração automático na verdade é uma forma assistida de criação” e III-“Ao criar o horário, as cores dos dias selecionados confundem entre os não selecionados”. Todos os 3 problemas comuns foram corrigidos e alguns dos outros problemas dentro da complexidade exigida para um protótipo, também passaram por correções.

O problema do alerta remete à falta de mensagem na aba de alerta quando não haviam alertas referentes às restrições do contexto do horário escolar. A Figura 3 mostra a parte dos alertas e a correção necessária de acordo com identificado pela avaliação heurística. Esse tipo de problema corresponde a heurística de visibilidade do estado do sistema, tendo em vista que a parte do alerta na 1ª versão do protótipo não havia nenhum tipo de mensagem.

Portanto, para correção do problema I criou-se uma imagem do avatar e uma mensagem informando que não há alertas identificados, como notado pela Figura 3. Ambos os avaliadores que encontraram esse problema I definiram como grau de severidade grande apesar de sua correção não ter sido tão dificultosa.

Na opinião dos autores, o problema II reflete como um problema cosmético e sua correção estava numa mudança de um campo de texto de "Automático" para "Assistida", apesar de um dos avaliadores informar como problema grande mas o outro como cosmético. Enquanto, no problema III, criou-se ao lado da parte de selecionar os dias da semana um pré-visualizador dinâmico que na medida que o

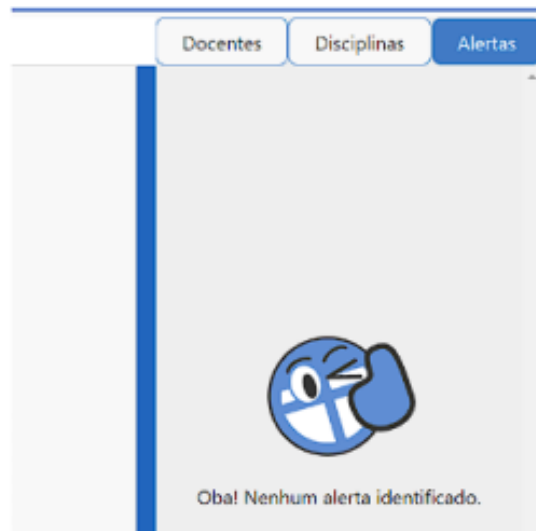


Figure 3: Correção da falta de mensagem na aba “Alertas”.

usuário seleciona ou não um dia da semana, essa pré-visualização muda instantaneamente de acordo com essa seleção. Esse problema III teve grau de severidade pequeno por ambos os avaliadores que o identificaram.

Os 3 problemas comuns já explorados logo acima e os demais problemas informados pelos avaliadores podem ser acessados via portfólio já citado anteriormente, juntamente com o grau de severidade informado por cada avaliador. A maioria dos problemas foram corrigidos ou estão em processo de correção, posto isto, na sequência deste trabalho foram apresentados os resultados da avaliação da interação pelo *feedback* dos usuários. Observa-se que alguns dos problemas aqui citado pelos avaliadores foram corrigidos e discutidos ao longo das próximas seções.

4.2 Feedback dos usuários

Para complementar a avaliação heurística, realizaram-se três conjuntos de teste de *First Click*, visto que cada conjunto de teste contava com duas tarefas, totalizando seis tarefas e 24 participantes. Todos os testes foram realizados na primeira versão do protótipo e, devido ao *feedback* dos usuários, ofereceram boas pistas sobre os locais que os usuários clicam para realizar uma determinada tarefa.

No método de observação em que se utilizou o SUS, trabalhou-se com a segunda versão do protótipo, que foi aperfeiçoado de acordo com os dados obtidos tanto pela avaliação heurística quanto pelo *First Click*. No total, obteve-se seis usuários como participantes do método de observação que utilizou o SUS, e quatro permitiram a gravação. Os usuários exploraram o protótipo e, após seu uso, responderam a um formulário sobre o perfil do usuário e as declarações positivas e negativas do SUS, dentro da escala de cinco pontos.

4.2.1 *First Click*. Duas tarefas foram propostas no teste I: a primeira envolvia o envio de mensagens para outros colaboradores, enquanto a segunda consistia em solicitar auxílio virtual para construção. Os participantes foram avaliados quanto ao tempo médio necessário

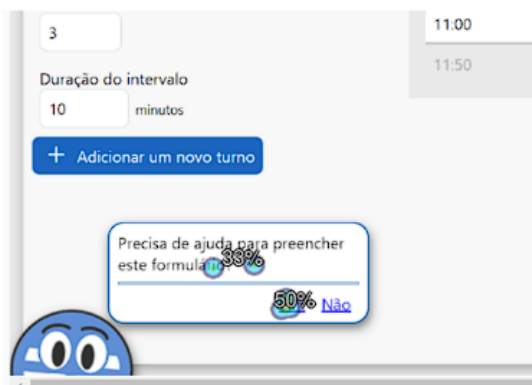


Figure 4: Mapa de calor do teste I de First Click para tarefa B.

para completar cada tarefa, bem como a taxa de sucesso alcançada no clique correto.

Os resultados do teste I revelaram que o tempo médio para tarefa A (Enviar mensagens para outros colaboradores) foi de 18,48 segundos, enquanto para tarefa B (Pedir auxílio virtual para construção) foi de 24,92 segundos. Quanto à taxa de sucesso, apenas 33% dos participantes conseguiram concluir com êxito a tarefa a), e esse número aumentou para 50% na segunda tarefa. Vale destacar que, para encontrar o local correto da tarefa A do teste I, era necessário que os participantes deslocassem as barras de rolagem até o canto inferior direito da página e isso pode ter sido um problema para os usuários visto que maioria clicou na área com a barra de rolagem na posição original.

Além disso, na tarefa B do Teste I nota-se que 33% dos participantes conseguiram clicar muito próximo ao local correto, como ilustrado na Figura 4. Esses resultados forneceram informações relevantes sobre o desempenho dos usuários no teste do *First Click*, destacando a importância de considerar a posição e a facilidade de localização dos elementos na interface do usuário destacados pelo mapa de calor proporcionado pelos cliques dos usuários.

No teste II tiveram mais duas tarefas atribuídas a 8 participantes diferentes do teste I: a tarefa C consistia em finalizar o trabalho e salvar, enquanto a tarefa D envolvia adicionar um docente na grade sem digitar. O tempo médio necessário para concluir cada tarefa foi de 20,51 segundos para a primeira (tarefa C) e 15,63 segundos para a segunda (tarefa D). Em termos de sucesso, a taxa esteve em 86% para a primeira tarefa e apenas 12,5% para a segunda, ambas no teste II.

Observou-se que a tarefa C (Finalizar trabalho e salvar) do teste II é representada por um ícone muito conhecido como salvar que tem como imagem um disquete e isso pode ter sido o motivo da mais alta taxa de sucesso entre todas as tarefas de todos os 3 testes. Ou seja, com a familiarização de ícones "salvar" procedentes de outras interfaces comuns não se teve problemas com a taxa de sucesso nessa tarefa C, como mostra Figura 5 pelo mapa de calor dos cliques dos usuários.

Para a tarefa D (Adicionar um docente na grade sem digitar) do teste II, vale ressaltar que havia mais de um local possível, mas com apenas um clique era apenas na célula da tabela de coluna (turma) e linha (dias da semana) desejada, o que pode ter causado confusão



Figure 5: Mapa de calor do teste II de First Click para tarefa C.



Figure 6: Mapa de calor do teste II de First Click para tarefa D.

para os participantes. A Figura 6 mostra o mapa de calor referente aos cliques realizados pelos usuários em relação a tarefa D do teste II.

Além disso, a tarefa D revelou-se menos simples em comparação com a tarefa C no teste II, mostrando ser a segunda menor taxa de sucesso entre todas as tarefas. Uma solução para aumentar a taxa de sucesso para a tarefa D do teste II é oferecer esse recurso de adicionar docente no botão "Adicionar..." disponibilizando alternativas para o usuário, dado que 63% clicaram nesse botão, como mostra a Figura 6.

O Teste III do método First Click foi conduzido com participação de outros 10 usuários, que foram submetidos a duas tarefas distintas: solicitar colaboração online e desabilitar o final de semana, sendo respectivamente tarefa E e tarefa F. Na tarefa E, de solicitar colaboração online, o tempo médio necessário para conclusão foi de 24,29 segundos, com nenhum usuário acertando o local do clique, portanto a pior taxa de sucesso entre todas as tarefas. No entanto, é importante destacar que os participantes forneceram pistas valiosas sobre a localização adequada para o primeiro clique, como indicado na Figura 7.

É relevante ressaltar que a opção correta para o primeiro clique na tarefa E estava localizada ao lado do ícone "salvar". No entanto, os participantes encontraram dificuldades em identificar essa posição, o que resultou nas taxas de sucesso observadas. Embora tenham errado o local exato, os usuários sugerem um possível clique no nome do colaborador ou até mesmo no botão "Adicionar..." como mostra a Figura 7.

Já para a tarefa F de desabilitar o final de semana, o tempo médio de conclusão foi de 19,59 segundos, com uma taxa de sucesso de



Figure 7: Mapa de calor do teste III de First Click para tarefa E.

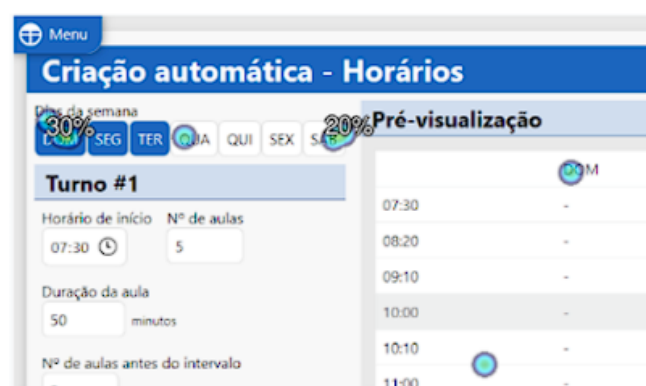


Figure 8: Mapa de calor do teste III de First Click para tarefa F.

30%. Isso significa uma necessidade de identificar corretamente o local do primeiro clique para essa tarefa F do teste III. A Figura 8 demonstra que a maioria dos participantes direcionou seus cliques para a região correspondente à tarefa, mesmo que não tenham obtido êxito na localização exata.

Em resumo, os resultados indicam que os testes de *First Click* apresentaram desafios significativos em relação às tarefas envolvidas na geração do horário escolar. Embora a taxa de sucesso tenha sido baixa para algumas tarefas, os usuários forneceram informações valiosas sobre as pistas para o primeiro clique, destacando a importância de otimizar o design do sistema para melhorar a identificação correta dessas ações pelos usuários.

Com base nesses resultados realizaram-se modificações significativas no design da 1ª versão do protótipo, principalmente com relação aos ícones e botões mostrados na Figura 7. Os novos ícones e botões podem ser visualizados pela Figura 9 e representam a 2ª versão da interface desta página no protótipo. As principais modificações foram realçar os estilos dos ícones e botões, bem como mudanças em alguns ícones evitando possíveis confusões.

Outras modificações ocorreram em algumas interações (ex: para compartilhar ou conversar com um colaborador pode-se clicar no nome do colaborador que surgirá um menu com as opções) que podem ser melhor exploradas acessando o protótipo desenvolvido.



Figure 9: Alterações nos ícones e botões.

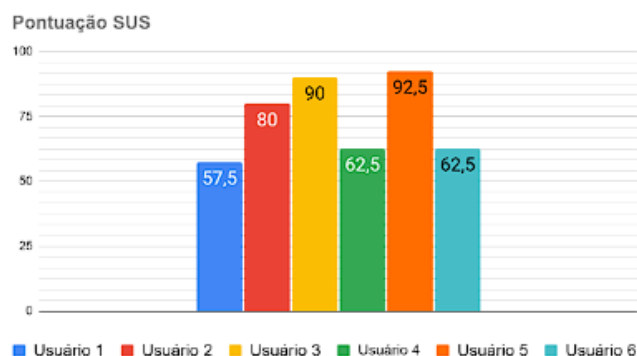


Figure 10: Resultado do teste SUS.

4.2.2 *Teste SUS*. A segunda versão do protótipo foi submetida a um teste de usabilidade denominado *System Usability Scale* (SUS), no qual se observou a interação de seis usuários com o protótipo durante a atividade de geração do horário escolar. Quanto à pontuação SUS, metade dos usuários classificou a segunda versão do protótipo como tendo uma usabilidade aceitável, evidenciada por pontuações significativamente acima de 70 pontos, conforme indicado por [1]. A outra metade dos usuários apresentou pontuações entre 50 e 70 pontos, caracterizando-se como uma usabilidade mediana. A Figura 10 ilustra os resultados da pontuação SUS, discriminados por usuário.

O único usuário especialista obteve pontuação de 90 pontos e, apesar de classificar a experiência com o protótipo como ótima e indicar que ele caminha na direção correta, mencionou as limitações nas funcionalidades ainda não implementadas. Por outro lado, o usuário de maior idade atribuiu a nota mais alta na avaliação SUS (92,5 pontos), destacando-se o fato de nunca ter participado da construção do horário escolar anteriormente. Esse resultado demonstra a intuitividade da interface para aqueles usuários que nunca estiveram envolvidos na tarefa de geração do horário escolar.

Entre as pontuações mais baixas, registra-se um usuário com 57,5 pontos e outros dois com 62,5 pontos. Ademais, dois desses usuários já haviam participado dessa construção tanto no ensino médio quanto no ensino superior, sendo que um dos usuários com 62,5 pontos participou apenas no nível superior. Um dos avaliadores com pontuação inferior a 70 também fez comentários negativos sobre a funcionalidade de "arrasta e solta" para adicionar professores, apesar de haver outras formas de adicionar o docente.

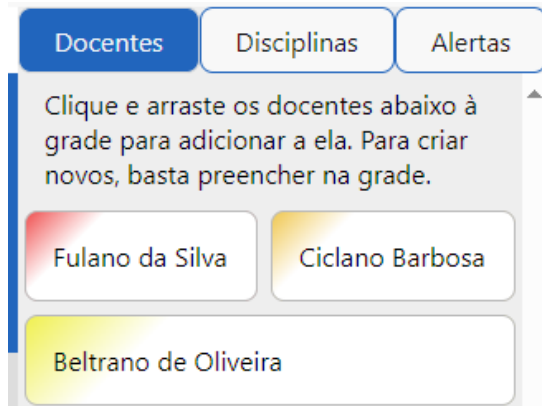


Figure 11: Melhoria na interface da aba Docentes.

Como perspectiva de re-design, poder-se-ia realizar mais uma análise nas *personas*, buscando identificar algum perfil de usuário não percebido anteriormente. Assim como, entrevistar os usuários que obtiveram pontuação inferior a 70 pontos explorando suas perspectivas sobre o protótipo e oferecendo alternativas na interação.

Após as observações com os usuários pelo método SUS, uma melhoria que ocorreu na versão final do protótipo também esteve relacionada à modificação do estilo de alguns componentes da interface. A Figura 11 representa uma imagem da aba dos docentes, já com a aplicação do novo estilo. As principais modificações ocorreram na inserção de uma mensagem indicando as instruções de como adicionar um docente à grade de horário e, também, no estilo dos *cards* com os professores fictícios. Observa-se que a primeira modificação, a mensagem com instruções, corresponde a um dos problemas também relatados por um dos participantes da avaliação heurística.

Como ponto forte no uso do design thinking durante a concepção do protótipo funcional, destaca-se sua integração constante com o usuário ao longo de todas as etapas, trazendo uma solução personalizada e de boa usabilidade. Como ponto fraco da avaliação, identifica-se a necessidade de uma comunicação mais direta (presencial) entre os membros da equipe do projeto e com os participantes, o que pode revelar uma avaliação menos fiel aos resultados reais.

Em suma, as diversas iterações entre as etapas do processo de design thinking foram a parte mais significativa no processo de construção de uma solução para o horário escolar. Essas idas e vindas entre as etapas acabaram proporcionando uma solução mais eficiente e capaz de atender os mais diversos usuários, apesar de se notar ainda a necessidade de melhorias e a implementação de funcionalidades ainda não ativas. Espera-se que esta pesquisa tenha contribuído para uma melhoria na educação por meio da ferramenta proposta, atuando diretamente em uma atividade escolar essencial e complexa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, este trabalho contribuiu, relatando as experiências vivenciadas durante a aplicação do processo de design thinking na construção do horário escolar. Partiu das etapas de imersão e descoberta, fluindo iterativamente pelas etapas de ideação e avaliação,

sempre buscando envolver o usuário no design da solução. Todas as técnicas, métodos e ferramentas empregados durante a construção do protótipo colaboraram e se harmonizaram com o processo de design thinking, além de demonstrarem ser fundamentais para uma melhor compreensão da perspectiva do usuário sobre o problema da geração do horário escolar.

Uma das evidências foi a melhoria progressiva nas avaliações realizadas ao longo de todo o processo de concepção, tornando a ferramenta cada vez mais completa e satisfatória para os usuários. Ressalta-se que todas as técnicas apresentadas devem ser cuidadosamente planejadas para o tipo de solução e usuário a que se destinam. Uma das limitações do estudo refere-se à baixa quantidade de participantes na técnica quantitativa, limitando as inferências estatísticas.

Para trabalhos futuros, sugere-se replicar este estudo aplicando o design thinking na concepção de uma ferramenta para a construção de horários escolares em um país de cultura diferente, com restrições e questões subjetivas distintas. Outra sugestão seria utilizar outras técnicas, métodos e ferramentas tanto para a ideação quanto para inspiração, como, por exemplo, o uso da abordagem de *brainstorming*, assim como o uso de outras formas de avaliação que são exploradas no campo de IHC junto ao protótipo, as quais não foram utilizadas neste trabalho.

REFERENCES

- [1] Aaron Bangor, Philip Kortum, and James Miller. 2009. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Studies* 4, 3 (may 2009), 114–123.
- [2] John Brooke. 1995. SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.* 1995, 11 (1995).
- [3] Tim Brown et al. 2008. Design thinking. *Harvard business review* 86, 6 (2008), 84.
- [4] Mei Ching Chen, San Nah Sze, Say Leng Goh, Nasser R. Sabar, and Graham Kendall. 2021. A Survey of University Course Timetabling Problem: Perspectives, Trends and Opportunities. *IEEE Access* 9 (2021), 106515–106529. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3100613>
- [5] Anna Kayanda, Lazaro Busagala, Matti Tedre, and Solomon Oyelere. 2020. Towards the Development of Timetabling Software for improving Decision-Making in Tanzanian Higher Education Context. In *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140886>
- [6] Rhydian Lewis. 2008. A survey of metaheuristic-based techniques for University Timetabling problems. *OR Spectrum* 30, 1 (Jan. 2008), 167–190.
- [7] J. Liedtka and T. Ogilvie. 2011. *Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit for Managers*. Columbia University Press. https://books.google.com.br/books?id=H1xh2_ExnXMC
- [8] Jakob Nielsen. 1994. Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Boston, Massachusetts, USA) (CHI '94). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 152–158. <https://doi.org/10.1145/191666.191729>
- [9] Jakob Nielsen and Rolf Molich. 1990. Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 249–256.
- [10] Nelishia Pillay. 2014. A survey of school timetabling research. *Annals of Operations Research* 218, 1 (July 2014), 261–293.
- [11] Waralak Vongdoiwang Siricharoen. 2021. Using Empathy Mapping in Design Thinking Process for Personas Discovering. In *Context-Aware Systems and Applications, and Nature of Computation and Communication*, Phan Cong Vinh and Abdur Rakib (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 182–191.
- [12] Joo Siang Tan, Say Leng Goh, Graham Kendall, and Nasser R. Sabar. 2021. A survey of the state-of-the-art of optimisation methodologies in school timetabling problems. *Expert Systems with Applications* 165 (2021), 113943. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113943>
- [13] T. Tullis, B. Albert, and W. Albert. 2013. *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. Elsevier. <https://books.google.com.br/books?id=8OL7mAEACAj>

Received 20 February 2023; revised 12 March 2023; accepted 5 June 2023