

TRUEBLE: Prototipação e Avaliação do Aplicativo para Ensino de Tabelas Verdade

Guilherme Moura¹, Ildevana Poltronieri¹, Alice Finger¹

¹Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), *Campus Alegrete*
Av. Tiarajú, 810, Ibirapuitã – Alegrete, RS – Brasil

{guilhermemoura.aluno, ildevanarodrigues}@unipampa.edu.br

alicefinger@unipampa.edu.br

Abstract. *Initial theoretical subjects, such as Mathematical Logic in Computing courses, challenge students with complex mathematical content. To help overcome these difficulties, we developed TRUEBLE, an educational application with modules to teach, build, and check truth tables. This work focuses on prototyping and evaluating the module Build Table, which received positive feedback from students, indicating that Trueble significantly improved understanding of the content. In the future, we will evaluate the impact of Trueble on learning in the classroom.*

Resumo. *Disciplinas teóricas iniciais, como Lógica Matemática em cursos de Computação, desafiam alunos com seus complexos conteúdos matemáticos. Para auxiliar a superar essas dificuldades, desenvolvemos o TRUEBLE, um aplicativo educacional com módulos para ensinar, construir e verificar tabelas verdade. Este trabalho foca na prototipação e avaliação do módulo Construir Tabelas, o qual recebeu feedback positivo dos alunos, indicando que o TRUEBLE melhorou significativamente a compreensão do conteúdo. Futuramente, avaliaremos o impacto no aprendizado com o uso do TRUEBLE em sala de aula.*

1. Introdução

O ensino da lógica é fundamental para o desenvolvimento do pensamento matemático, pois permite a obtenção de conhecimentos válidos e aprimora a capacidade de raciocínio. Aprender lógica ajuda os estudantes a aprimorar o raciocínio, compreender conceitos fundamentais e se preparar para entender temas mais complexos [Abar 2008]. Frequentemente, alunos universitários encontram dificuldades para interpretar textos, pois não foram ensinados a captar o significado e o contexto subjacentes ao que está escrito [Rauber et al. 2003].

A lógica e o raciocínio são fundamentais para a formação de um discente e futuro profissional da área da computação, auxiliando na abstração e criatividade para que os indivíduos da área sejam capazes de resolver problemas de diferentes domínios [Kholil 2020, Otemaier et al. 2020]. O desenvolvimento do raciocínio para construção de provas matemáticas, não é algo trivial e demanda um esforço do estudante. Além disso, eles encontram dificuldades para entender o conteúdo, bem como relacionar os conceitos conhecidos na disciplina com a prática [Otemaier et al. 2020].

Entre as diferentes estratégias de ensino que visam facilitar o entendimento dos estudantes, destacamos o uso de softwares para dar suporte ao ensino e aprendizagem. No

contexto de ferramentas para auxílio no aprendizado de Lógica Matemática, o trabalho desenvolvido por [Dias and Finger 2020] conduziu uma pesquisa na Google Play Store, no intuito de encontrar aplicativos que abordem conteúdos relacionados ao ensino de Lógica Matemática. A partir dessa busca, retornaram 19 aplicativos, sendo oito deles categorizados como aplicativos para construção de Tabela Verdade.

Dentre os trabalhos encontrados, destaca-se o de [Dias et al. 2021], que realiza uma avaliação de usabilidade com os dois aplicativos que obtiveram maior destaque após avaliação de suas funções: Tablas de Verdad e The Logic Calculator. Como resultado, os autores concluíram que, na visão dos alunos, ambos os aplicativos carecem de funcionalidades que ensinem o conteúdo de tabela verdade.

Considerando as lacunas identificadas nos trabalhos encontrados na literatura, o presente estudo tem como objetivo apresentar o módulo Construir Tabelas, de um aplicativo em desenvolvimento, o qual visa auxiliar os estudantes na construção de tabelas verdade. A partir da prototipagem do módulo, realizamos uma avaliação adaptada ao contexto com base no modelo TAM [Davis 1989], esta avaliação contou com 57 participante e foi composta por 14 questões com o intuito de compreender a utilidade percebida, facilidade de uso percebida e a pretensão de uso sobre o aplicativo TRUEBLE.

O restante do artigo está organizado como segue: a Seção 2 apresenta uma atualização da busca sobre aplicativos que contribuem com o ensino e aprendizagem de tabela verdade; na Seção 3 é apresentado o desenvolvimento do protótipo; a Seção 4 traz as etapas envolvidas na avaliação e a discussão dos resultados obtidos na avaliação. Por fim, a Seção 5 apresenta as principais considerações e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

No intuito de atualizar a pesquisa de aplicativos para auxiliar no ensino de tabela verdade, realizamos uma nova busca na Google Play Store, com a palavra-chave “tabela verdade”. A busca retornou dois novos aplicativos, Gerador de Tablas de Verdad e Raciocínio Lógico, ambos lançados no ano de 2023.

O aplicativo Gerador de Tablas de Verdad ¹ atualmente está disponível na Google Play Store em duas versões, inglês e espanhol. Em relação às características do aplicativo, destaca-se que sua última atualização ocorreu em setembro de 2023, e está a versão 1.0.0, possuindo mais de mil instalações. O aplicativo Raciocínio Lógico ² está disponível na versão em português em sua versão inicial. Sua atualização ocorreu em novembro de 2023 e possui mais de mil instalações.

Em relação às funcionalidades dos dois aplicativos, podemos concluir que o Gerador de Tablas de Verdad fornece apenas a opção de escrever uma fórmula lógica e gerar a tabela verdade. Já o aplicativo Raciocínio Lógico traz conceitos envolvendo diversos conteúdos, desde sentenças e proposições; até inferência, dedução e indução. Mesmo apresentando na tela inicial um menu com opções de conteúdos a serem acessados, ele não permite uma navegação livre, sendo obrigatório seguir o fluxo de navegação definido. Para acessar o tópico de tabela verdade é necessária a leitura do conteúdo an-

¹https://play.google.com/store/apps/details?id=com.xorcalc.generatordetablasdeverdad&hl=pt_BR

²https://play.google.com/store/apps/details?id=com.raclogadd&hl=pt_BR

terior e realização de uma sequência de exercícios. Conforme o usuário vai avançando nos exercícios, os demais níveis de conteúdos são desbloqueados. Ao testar o tópico de tabela verdade foi possível notar que ele auxilia na construção, fornecendo uma tela com a tabela já dividida em colunas e linhas, com as colunas devidamente preenchidas, sendo necessário escolher entre V ou F para preencher cada célula da tabela.

A partir da análise dos aplicativos que contemplam o conteúdo de tabela verdade, e levando em consideração a necessidade de um aplicativo que auxilie no ensino desse conteúdo, percebemos que há a necessidade de desenvolver uma ferramenta que possa auxiliar os estudantes, não apenas com exercícios e geração automática de tabelas, mas que permita a construção de tabelas verdade e verificação do seu resultado.

3. Prototipagem do Módulo Construir Tabela

O aplicativo TRUEBLE foi projetado em três módulos: Aprender Tabelas, Construir Tabelas e Verificar Tabelas. O módulo Aprender Tabelas já foi prototipado, avaliado e implementado. Neste trabalho focamos no segundo módulo, Construir Tabelas.

O módulo Construir Tabelas visa ensinar aos estudantes os passos necessários para construir tabelas verdade de forma clara e sistemática, permitindo que eles desenvolvam suas habilidades de raciocínio. Assim, o módulo conta com quatro opções, nas quais o usuário escolhe se vai construir a tabela verdade para: fórmula-bem-formada, argumento, consequência lógica ou equivalência lógica. Destacamos que a divisão se deu para facilitar o entendimento dos tipos de fórmulas lógicas que ele pode inserir no aplicativo.

A prototipagem do módulo Construir Tabelas foi realizada utilizando a ferramenta Figma, um dos principais softwares de design de interfaces e prototipagem disponíveis no mercado. A escolha do Figma se deu pela facilidade de uso e pela capacidade de colaboração em tempo real, permitindo uma iteração rápida e eficiente durante o desenvolvimento. Para os ícones, optamos pelo uso dos Material Symbols³. Esses ícones são amplamente reconhecidos e aceitos na comunidade de design, garantindo uma interface familiar e intuitiva para os usuários. A escolha de todos os ícones de uma única fonte proporcionou uma melhor padronização, resultando em uma experiência visualmente coesa e profissional.

A partir da Figura 1, é possível visualizar o protótipo da tela inicial do módulo, em que a primeira opção do usuário é construir uma Fórmula-Bem-Formada (FBF). Uma FBF é qualquer fórmula atômica ou qualquer fórmula que pode ser construída a partir de fórmulas atômicas, usando conectivos de acordo com as regras da gramática. Algumas telas presentes nessa área podem ser visualizadas na Figura 2.

A Figura 2(a) apresenta a tela para inserir a fórmula principal da tabela que será construída. Após, o usuário é direcionado para a próxima tela (Figura 2(b)), em que apenas as variáveis proposicionais são preenchidas automaticamente e o usuário deve preencher as demais colunas com as subfórmulas que correspondem a FBF. Já a Figura 2(c) apresenta a tela onde o usuário deve inserir os valores verdade de cada célula da tabela e, por fim, na Figura 2(d), o usuário deve selecionar o tipo de fórmula em relação a sua satisfazibilidade.

³<https://fonts.google.com/icons>

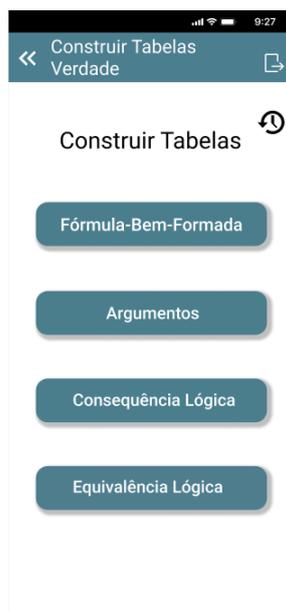


Figura 1. Menu inicial do módulo Construir Tabelas

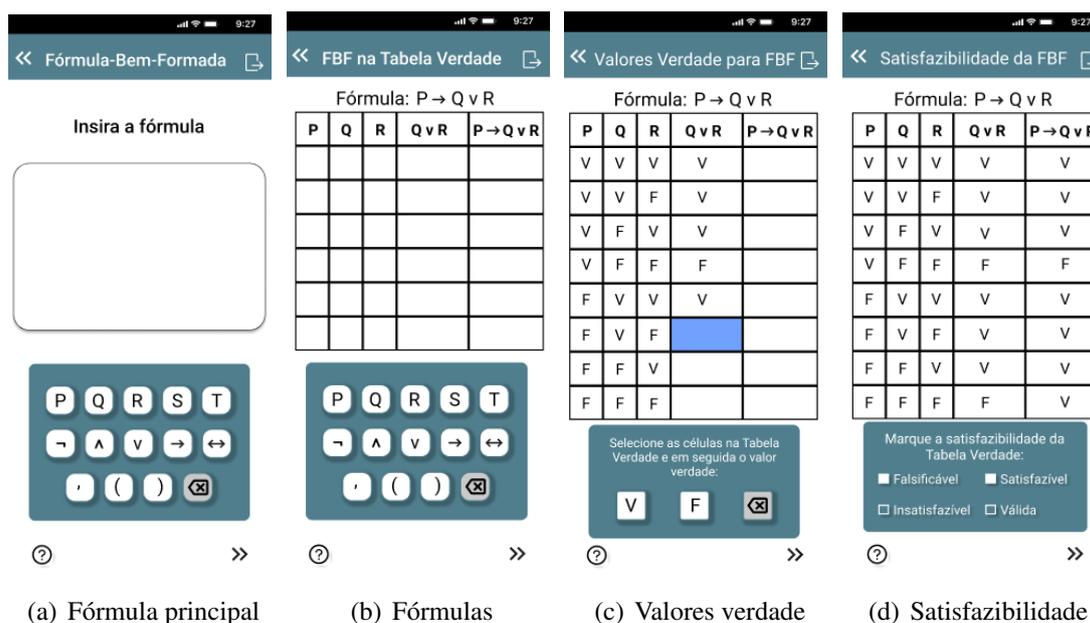
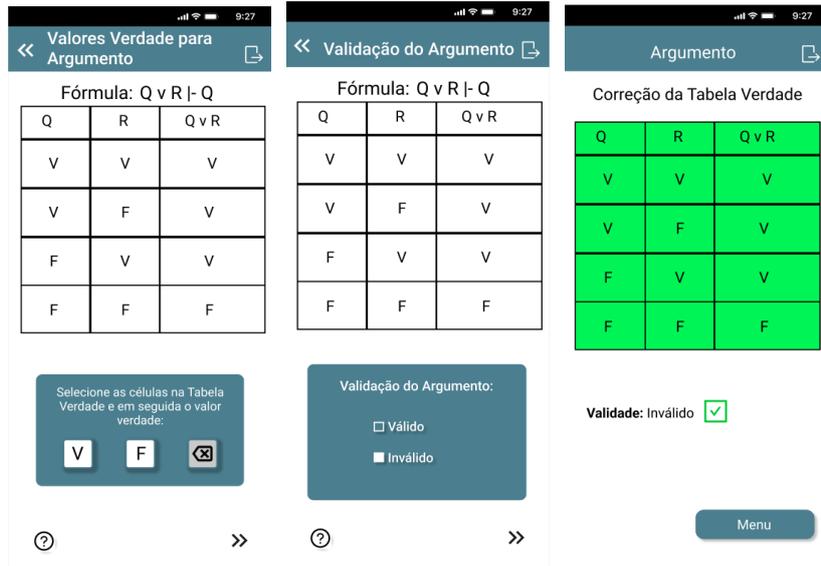


Figura 2. Fórmula-Bem-Formada

Ao selecionar a construção de tabela para Argumento, os usuários podem construir e analisar argumentos lógicos. A prototipagem incluiu funcionalidades para a inserção de premissas e conclusões. Na Figura 3 estão disponíveis algumas telas dessa área.

Na Figura 3(a) temos a tabela já construída, seguindo os mesmos passos de FBF. Já na 3(b) apresentamos a tela, na qual o usuário seleciona se o argumento é válido ou inválido. Por fim, na 3(c), é possível verificar a correção da tabela que foi preenchida, bem como verificar se o argumento é válido ou inválido.

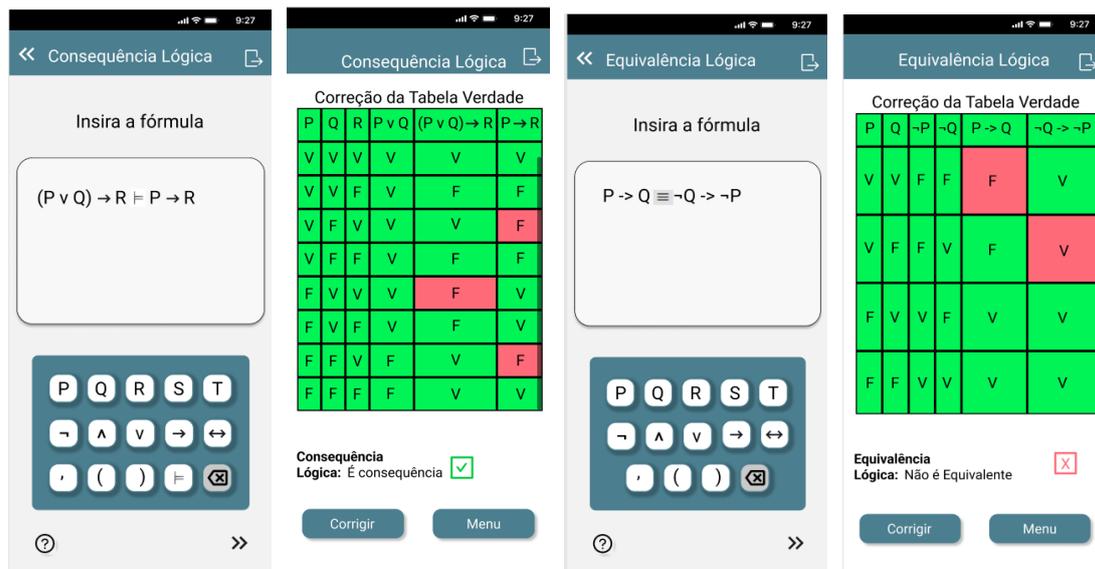
A área de Consequência Lógica foi projetada para permitir aos usuários explorar



(a) Tabela construída (b) Validação dos Argumentos (c) Tabela corrigida

Figura 3. Argumentos

diferentes fórmulas de maneira dinâmica e visual. Na Figura 4(a), apresentamos a tela onde a consequência lógica é inserida pelo usuário. Em seguida, são seguidos os mesmos passos usados para uma FBF, construindo a tabela verdade com as subfórmulas e completando-a com os valores verdade. Depois disso, o usuário seleciona se a fórmula é uma consequência lógica ou não, em telas semelhantes às apresentadas nas Figuras 2(d) e 3(b). Finalmente, na Figura 4(b), o feedback é exibido, destacando em vermelho as células com erros.



(a) Inserir a Fórmula de Consequência Lógica (b) Feedback de Consequência Lógica (c) Inserir a Fórmula de Equivalência Lógica (d) Feedback de Equivalência Lógica

Figura 4. Consequência e Equivalência Lógica

A última opção do módulo permite a construção de tabela verdade para Equivalência Lógica, em que o foco foi proporcionar uma ferramenta, na qual os usuários pudessem comparar e verificar a equivalência entre diferentes fórmulas lógicas. A interface apresenta uma abordagem gráfica, permitindo a comparação direta e a visualização de passos intermediários. É possível visualizar a tela de inserção da equivalência na Figura 4(c) e, na Figura 4(d), a tela de feedback indicando os erros na construção da tabela. Além disso, o usuário deve informar se construção representa uma equivalência lógica ou não.

Para garantir a precisão na inserção de dados e evitar confusões entre os usuários, optamos por desenvolver um teclado personalizado dentro do próprio aplicativo, em vez de utilizar o teclado padrão do dispositivo. Esta decisão foi tomada para minimizar erros de digitação e oferecer uma experiência mais consistente e controlada aos usuários. Além disso, todos os contrastes de cores foram cuidadosamente escolhidos para garantir fácil visualização e acessibilidade, assegurando que os elementos da interface sejam claramente distinguíveis e utilizáveis por todos os usuários.

Uma funcionalidade importante implementada no protótipo é a capacidade do usuário visualizar os erros cometidos em cada módulo e receber feedback. Ao cometer um usuário erro, o aplicativo destaca visualmente a área, indicando a(s) célula(s) da tabela que deve ser corrigida.

4. Avaliação do Protótipo

A avaliação de protótipo é um passo importante, pois sua aplicação ajuda a testar e analisar uma versão inicial de um produto para identificar problemas, verificar funcionalidade e coletar feedback dos usuários [Smith and Dunckley 2002]. Portanto, esta avaliação tem como objetivo verificar se o módulo do aplicativo proposto atende às necessidades educacionais dos estudantes na construção de tabelas verdade.

Na etapa de Planejamento, foi definido o objetivo da pesquisa, verificar se o módulo de aplicativo proposto atende às necessidades educacionais dos estudantes na construção de tabelas verdade. A amostra foi composta por estudantes dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) e o instrumento utilizado foi um questionário online.

Na etapa de Elaboração, foram definidas as questões que compõem o questionário de avaliação com base no TAM [Davis 1989], que foi adaptado ao nosso contexto. A Tabela 1 mostra as 14 questões objetivas que compõem o questionário online, divididas em três seções: utilidade percebida, facilidade de uso e pretensão de uso. Todas as questões fechadas adotam a escala Likert de 5 pontos: 5 (Concordo Totalmente), 4 (Concordo Parcialmente), 3 (Neutro), 2 (Discordo Parcialmente) e 1 (Discordo Totalmente).

Adicionalmente, o questionário online ⁴ contemplou duas questões abertas: Q1 - “Em sua opinião, o TRUEBLE ajudaria a melhorar a sua aprendizagem sobre a tabela verdade? Explique como o aplicativo ajudaria a melhorar o seu aprendizado.” e Q2 - “Obrigado por participar da nossa avaliação. Deixe seus comentários e sugestões abaixo,

⁴Questionário disponível para visualização no link: https://figshare.com/articles/journal_contribution/Avalia_o_Trueble_Question_rio/26785366?file=48660565

Tabela 1. Adaptação do Questionário TAM para Avaliação do protótipo.

Utilidade Percebida (UP)	
A1	Usando um aplicativo de tabela verdade, como o TRUEBLE, para construir a tabela verdade, eu seria capaz de realizar essa atividade mais rapidamente.
A2	Usar um aplicativo de tabela verdade, como o TRUEBLE, melhoraria o meu desempenho durante a disciplina.
A3	O uso de um aplicativo de tabela verdade, como o TRUEBLE, permitiria que aumentasse a minha produtividade.
A4	Usar um aplicativo de tabela verdade, como o TRUEBLE, aumentaria a eficácia (sucesso) como estudante.
A5	Usar um aplicativo de tabela verdade, como o TRUEBLE, facilitaria o trabalho de construir as tabelas verdade.
A6	Usar um aplicativo de tabela verdade, como o TRUEBLE, é útil para auxiliar os estudantes nas atividades dentro e fora da sala de aula.
Facilidade de Uso Percebida (FUP)	
A7	Eu acho fácil utilizar o aplicativo TRUEBLE para me apoiar nos passos durante a construção das tabelas verdade.
A8	Minha interação com o aplicativo TRUEBLE foi clara e compreensível.
A9	O aplicativo TRUEBLE fornece feedback claro e útil na finalização das atividades.
A10	É fácil lembrar como executar as tarefas usando o aplicativo TRUEBLE.
A11	Os ícones para construir tabela no aplicativo TRUEBLE são autoexplicativos.
Pretensão de Uso (PU)	
A12	Assumindo que o aplicativo TRUEBLE estaria disponível em outras disciplinas, eu prevejo que vou usá-la no futuro.
A13	Eu preferiria usar o aplicativo TRUEBLE para me guiar durante a disciplina em como realizar as atividades em sala de aula.
A14	Assumindo que o aplicativo TRUEBLE estaria disponível para uso eu recomendaria para outros colegas.

eles são importantes para melhorar futuras versões do aplicativo.”

A etapa Teste Piloto foi importante para garantir a compreensão das instruções pelos respondentes e a clareza dos instrumentos, perguntas e objetivos do estudo. Sua realização se deu no dia 23 de maio de 2024, de maneira presencial, com dois estudantes, um de Ciência da Computação e um de Engenharia de Software, que já tinham conhecimento sobre tabela verdade.

Alguns erros e melhorias foram apontados no que se refere a execução do protótipo, como: O uso do Figma pelos estudantes revelou que a manipulação de protótipos diretamente na versão web apresentou dificuldades significativas. Constatou-se que a experiência de uso é melhorada quando os protótipos são acessados através do aplicativo do Figma instalado no smartphone, reduzindo a ocorrência de erros e travamentos frequentes. Adicionalmente, o teste piloto identificou um erro no cenário de uso, onde era solicitado ao usuário realizar uma ação que não constava realmente no protótipo, o que evitou que essa falha ocorresse durante o próprio estudo. Foram identificados também dois erros na navegabilidade do protótipo, onde duas páginas dos módulos FBF e Argumentos não tinham seus respectivos fluxos indicados para as próximas páginas. A identificação precoce dos erros no uso do Figma é crucial para a melhoria da experiência geral dos alunos durante o estudo real com uma turma maior.

Na etapa de Execução, estudantes dos cursos de graduação em Computação, que estavam cursando o componente curricular de Lógica Matemática e já haviam estudado o conteúdo de tabela verdade, foram convidados para participar da avaliação. A avaliação ocorreu de forma presencial, nos 28 e 29 de maio de 2024, em horário de aula do componente de Lógica Matemática. O local escolhido foi o laboratório de informática, para que os participantes fizessem uso dos computadores para responder ao questionário online da avaliação.

Inicialmente, o termo de consentimento livre e esclarecido foi lido por um dos

integrantes do projeto e obteve concordância de todos os participantes. Em seguida os participantes receberam uma folha impressa que continha: o link para o questionário a ser respondido; o link para download do aplicativo Figma; o link para acessar o protótipo navegável e o cenário de uso a ser executado. Após concordar com o termo, os participantes foram convidados a responder a seção de perfil dos participantes.

Para a execução do protótipo navegável, foi solicitada a instalação do aplicativo Figma (Android ou IOS), além da disponibilização de quatro smartphones do grupo de pesquisa, já com o Figma instalado, caso algum estudante não disponibilizasse de smartphone compatível. A condução do restante da avaliação foi feita pelos demais membros da equipe, auxiliando os participantes na instalação e login do Figma. Assim, os participantes foram orientados a seguir o cenário de uso disponível no roteiro impresso entregue. Destacamos que o passo a passo de uso foi necessário devido as limitações impostas pelo protótipo.

4.1. Perfil dos Participantes

A amostra foi constituída por 57 estudantes dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), sendo a faixa etária mais predominante entre 18 e 20 anos, representando 73,7% da amostra. Idades entre 21 e 23 anos e 24 e 26 anos compreenderam 7% cada, enquanto uma pequena porcentagem tinha menos de 18 anos ou mais de 27 anos. Quanto à identificação de gênero, a maioria dos participantes se identificou como masculino, correspondendo a 82,5% da amostra, enquanto 17,5% se identificou como feminino. Os participantes estão quase igualmente distribuídos entre os cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Software, havendo uma leve predominância de 30 (52,6%) alunos no curso de Engenharia de Software, para 27 (47,4%) em Ciência da Computação. Por fim, do total de participantes, apenas um não ingressou no ano de 2024.

A maior parte dos participantes (45,6%) tem conhecimento sobre aplicativos educacionais e os utilizam com frequência. Outros (28,1%) nunca utilizaram esses aplicativos, enquanto (21,1%) têm conhecimento, mas nunca os utilizaram, e 5,3% utilizam esses aplicativos de forma não frequente. Por fim, uma proporção significativa dos participantes (64,9%) estudou a disciplina de lógica e possui conhecimento mediano sobre tabelas verdade. Cerca de (28,1%) têm conhecimento limitado, e (7%) possuem um conhecimento avançado. Ninguém indicou nunca ter estudado o assunto.

4.2. Análise e Discussão Quantitativa

A análise quantitativa foi realizada com base nas respostas de 14 questões divididas em três seções: Utilidade Percebida (UP), Facilidade de Uso Percebida (FUP) e Pretensão de Uso (PU). O resumo dos resultados em relação a cada pergunta objetiva presente na avaliação podem ser observados na Figura 5.

Analizamos a Utilidade Percebida (UP) com base em seis perguntas e 57 respondentes. Avaliamos a coesão interna das respostas com a análise do Alfa de Cronbach [Cronbach 1951] das respostas por respondente e por pergunta. O Alfa de Cronbach resultou em $\alpha = 0,694$, indicando que os respondentes tendem a responder de forma semelhante às perguntas de UP (A1 a A6).

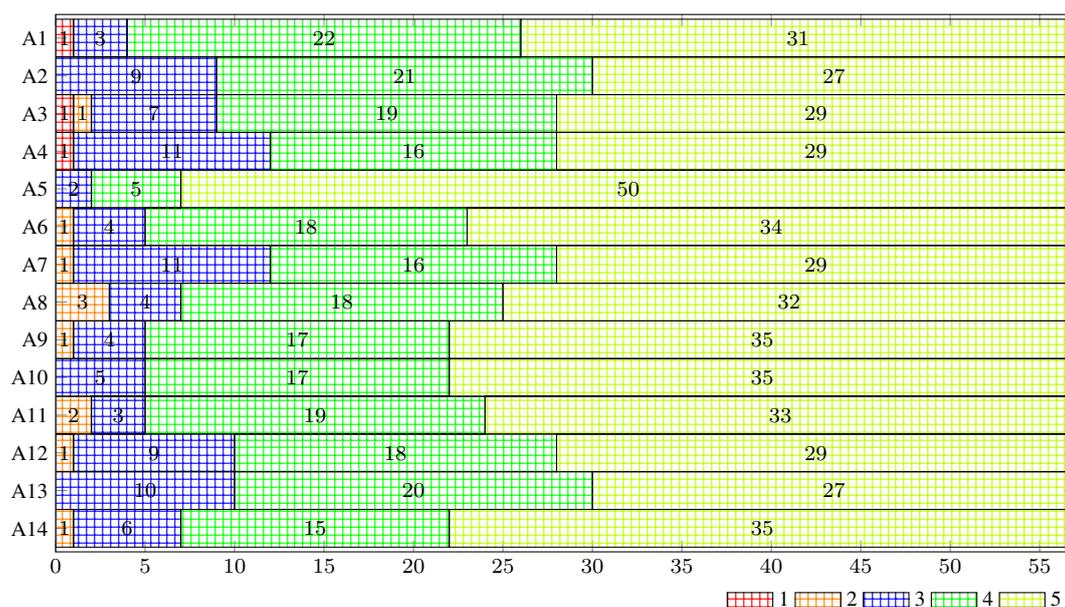


Figura 5. Respostas para as questões adaptadas ao modelo TAM.

Considerando as respostas relacionadas à UP de forma individual, observamos que, na questão A5, a maioria dos respondentes, 55 (96,5%), afirmam que o aplicativo facilitaria o trabalho de construir as tabelas verdade. No que diz respeito à A6, 52 (92,2%) respondentes acreditam que o aplicativo pode auxiliar nas atividades dentro e fora da sala de aula, sendo que 34 (59,6%) concordam totalmente e 18 (31,6%) concordam.

Na questão A1, 53 (93%) respondentes acreditam que seria mais rápido realizar as atividades com o TRUEBLE, sendo que apenas 1 (1,7%) discordou totalmente. Quanto à avaliação da produtividade ao usar o aplicativo (A3), podemos identificar que 48 (84,2%) concordam totalmente, enquanto 7 (12,3%) foram neutros e 2 discordaram, ou seja, acreditam que realizar as atividades no caderno seria mais produtivo.

Na questão A4, 29 (50,9%) concordam totalmente e 16 (28%) concordam que o uso do TRUEBLE aumentaria seu sucesso como estudante, 11 (19,3%) responderam neutro e apenas 1 (1,7%) discordou totalmente. A questão com resultados menos coesos foi a A2, que pergunta sobre a melhoria do desempenho durante a disciplina ao utilizar o TRUEBLE: 27 (47,4%) concordaram totalmente, 16 (28%) concordaram, 11 (19,3%) foram neutros e apenas 1 (1,7%) discordou totalmente. Isso é compreensível, já que os alunos não utilizaram o aplicativo por um longo período enquanto aprendiam tabelas verdade.

Para avaliar a Facilidade de Uso Percebida (FUP), aplicamos inicialmente o Alfa de Cronbach nas respostas de cinco questões para medir sua coesão. Os resultados mostraram $\alpha = 0,694$, indicando que os respondentes tendem a responder de forma consistente em todas as perguntas (A7 a A11).

Em geral, a maioria dos respondentes na questão A9, 52 (91,4%), consideraram que o TRUEBLE fornece feedback claro e útil na finalização das atividades. Desses, 35 (61,4%) concordaram totalmente, 17 (29,8%) concordaram e apenas 1 (1,75%) discordou. Na questão A8, 32 (56,1%) dos respondentes concordaram totalmente que a interação

com o aplicativo é clara e compreensível, e 18 (31,6%) concordaram. Para a pergunta A7, 45 (79,9%) consideraram o TRUEBLE fácil de usar durante a construção das tabelas verdade. Quando questionados sobre a facilidade de lembrar como executar as tarefas usando o aplicativo (A10), 52 (91,2%) consideraram fácil. Na questão A11, 33 (57,9%) dos respondentes concordaram totalmente que os ícones do aplicativo são autoexplicativos, 19 (33,3%) concordaram, 3 (5,2%) foram neutros e 2 (3,5%) discordaram.

Com o intuito de analisar a coesão da Pretensão de Uso (PU), utilizamos três questões e aplicamos o Alfa de Cronbach. Os resultados mostraram um $\alpha = 0,714$, indicando que os respondentes tendem a responder de forma mais uniforme em todas as questões (A12 a A14). A

Tendo em vista as respostas relacionadas a PU, observamos que os participantes pretendem utilizar ou recomendar o TRUEBLE para seus colegas. Na questão A12, 47 (87,4%) dos respondentes concordam totalmente que usariam o aplicativo no futuro, apenas 9 (15,8%) foram neutros. Em A13, igualmente 47 (87,4%) preferem usar o TRUEBLE para guiá-los durante as atividades de sala de aula e 10 (17,5%) foram neutros. Quanto a recomendar o aplicativo para seus colegas na questão A14, os respondentes foram praticamente unânimes em sua resposta, 50 (87,7%) concordam totalmente, 6 (10,5%) foram neutros e 1 (1,75%) discorda.

4.3. Análise e Discussão Qualitativa

Nesta seção, analisamos as respostas de duas questões abertas, que foram essenciais para que os participantes pudessem expressar livremente a sua percepção sobre o módulo prototipado. A primeira questão (Q1) obteve 57 respostas e a segunda (Q2) obteve 32 respostas. A partir dessas respostas, foi possível identificar os aspectos positivos, as melhorias sugeridas e algumas recomendações adicionais. Ao total, 59 menções destacaram aspectos positivos, 6 sugeriram melhorias, 13 apresentaram sugestões e 13 foram consideradas fora de contexto.

Na Q1, foi questionado: “Em sua opinião, o TRUEBLE ajudaria a melhorar a sua aprendizagem sobre a tabela verdade? Explique como o aplicativo ajudaria a melhorar o seu aprendizado. Das 57 respostas, duas respostas ficaram sem contexto em relação ao questionamento e apenas duas não mencionaram de forma explícita que o aplicativo ajudaria. O participante 22 afirmou: *“Eu aprendo mais quando escrevo usando um caderno, mas o app facilita por entregar as respostas erradas.”* Já o participante 33 diz: *“Acho melhor aprender no papel e caneta, mas exercitar no TRUEBLE.”* Para outros dois participantes o aplicativo ajudaria em alguns casos. O participante 45 diz: *“Ele ajudaria a preencher quando eu tivesse na dúvida se minha resposta está errada ou certa.”* e o participante 57 afirma *“Acredito que algumas instruções como a questão dos parênteses e da ordem podem aparecer em formatos de dicas (balões de ajuda).”*

A partir das respostas positivas para Q1, observamos que um dos principais benefícios mencionados foi a facilidade de uso e correção de erros, como evidenciado na citação: *“Ajudaria pela facilidade de uso e de correção de erros”* (participante 3). Além disso, muitos participantes observaram que o aplicativo torna o processo de construção de tabelas verdade mais eficaz e prático. Um participante comentou: *“Acredito que com o TRUEBLE, a didática da tabela verdade fica mais eficaz e prática, gostei da área do histórico também.”*(participante 5). Outro aspecto positivo foi a clareza e intuitividade do

aplicativo, que ajuda a eliminar dúvidas rapidamente. O participante 8 afirma: “*Sim, pois o aplicativo é muito claro e explicativo, pode ajudar muito um aluno que não entendeu muito a matéria a fazer com mais clareza e facilidade.*” A velocidade de resposta e a correção automatizada também foram elogiadas, como observado na citação do participante 27: “*Sim, por sua velocidade na resposta e na correção.*”

O feedback imediato fornecido pelo aplicativo foi outro ponto positivo destacado pelos participantes. O participante 9 mencionou: “*O aplicativo TRUEBLE poderia me ajudar na hora de correção de exercícios, ajudando no meu entendimento da matéria.*” Além disso, a capacidade do aplicativo de mostrar onde ocorreram erros e como corrigi-los foi vista como um grande auxílio no aprendizado, como evidenciado pelo participante 16: “*Ele é muito intuitivo e ajuda na construção da tabela verdade. Mas o que mais me ajudaria é que ele corrige e mostra onde ocorreram erros e como corrigir.*”

Esses aspectos positivos indicam que o TRUEBLE não apenas facilita o processo de aprendizado, mas também fornece ferramentas valiosas para a correção e compreensão dos conceitos de lógica, tornando o estudo mais eficiente e menos frustrante para os alunos.

Já a segunda questão, Q2, foi planejada para que os participantes pudessem expressar comentários livremente: “Obrigado por participar da nossa avaliação. Deixe seus comentários e sugestões abaixo, eles são importantes para melhorar futuras versões do aplicativo.” Após leitura das respostas, escolhemos classificá-las em aspectos positivos e sugestões de melhoria. Das 32 respostas, 10 descreveram aspectos positivos e 15 relataram sugestões de melhorias. Além disso, oito foram consideradas fora de contexto, pois foram comentários envolvendo o aplicativo Figma ou casos em que os participantes não seguiram o cenário de uso definido.

Entre os aspectos positivos, o participante 7 destaca: “*eu achei bem pratico e acredito que as limitações que eu presenciei eram só da versão protótipo, porem acredito que a forma de instalação poderia ser facilitada*”. Já o participante 10: “*Achei o app bem claro e intuitivo, simples e fácil de usar. Houve alguns bugs mas foram corrigidos rapidamente. Recomendaria o Truble para outros colegas, acho que ajuda bastante nos estudos*”. A utilidade e relevância do aplicativo foram aspectos destacados pelos participantes. O participante 18 comentou: “*A ideia do aplicativo em questão é consideravelmente relevante para utilização em relação a temática do conteúdo. Parabéns aos envolvidos*”. Já os participantes 19 e 22 escreveram, respectivamente: “*bem intuitivo e ajuda mostrando os erros e acho que seria útil para poupar tempo*” e “*Achei um aplicativo muito útil e pratico*”.

Em relação às sugestões de melhorias, um dos aspectos mais mencionados foi a necessidade de melhorar a interface do usuário. Participante 3 descreve: “*Talvez melhorar a interface do mesmo e trazer-lo para computadores também (se já não tiver)*”. O participante 12 mencionou: “*No caso eu sugeriria usar cores mais quentes e chamativas como vermelho ou laranja*”.

Outro ponto levantado pelos participantes foi em relação ao reporte de erros na montagem das tabelas. O participante 1 sugeriu: “*Mostrar o motivo pelo qual determinada opção estaria errada, além de melhorar um pouco a interface do aplicativo*”, também mencionado pelo participante 4: “*Fazer a explicação para o usuário, do por-*

que a resposta está incorreta”. Já o participante 21 escreveu: *“ajudaria mais se quando houvesse erro tivesse um breve resumo do porque o erro foi cometido, assim aumenta a capacidade de aprendizado, mas assim está ótimo”*

Algumas sugestões foram relacionadas a disponibilidade de conteúdo mais explicativo. O participante 25 disse: *“Minha sugestão é colocar o significado de cada símbolo usado na construção da tabela verdade bem como as definições de cada tipo de classificação”*. Por fim o participante 28 afirmou: *“Achei o ícone não muito intuitivo, uma legenda ajudaria”*.

Em suma, as sugestões para melhorias incluem aprimoramentos na interface do usuário, e a adição de novas funcionalidades que possam facilitar ainda mais a utilização do aplicativo pelos estudantes. Implementar essas melhorias pode aumentar significativamente a eficácia e a satisfação dos usuários com o TRUEBLE. Pretendemos deixar mais claro ao usuário onde ocorreu o erro, apresentar um breve resumo dos operadores lógicos que poderá ser utilizado como ajuda, bem como incluir o conceito relacionado às classificações que devem ser feitas após construir as tabelas. Porém, em relação as mudanças na interface, entendemos que as cores não tendem a mudar, pois já foi realizado um levantamento para propor o design do aplicativo que já tem um módulo implementado.

5. Considerações Finais

Neste trabalho apresentamos o módulo Construir Tabelas, do aplicativo TRUEBLE, o qual tem o objetivo de auxiliar o estudante nas etapas de construção de uma tabela verdade. A partir da prototipação, foi possível avaliar a utilidade e facilidade de uso percebida, bem como a pretensão de uso.

Pela análise da utilidade percebida, podemos ter indícios de que o aplicativo TRUEBLE será útil para o aprendizado de tabelas verdade, tanto dentro da sala de aula na disciplina de Lógica Matemática quanto fora dela. Os resultados sugerem que o TRUEBLE pode ser uma ferramenta eficaz para auxiliar os alunos na compreensão e aplicação dos conceitos de lógica matemática em diversos contextos.

No que se refere à facilidade de uso percebida, obtivemos excelentes avaliações nos seguintes aspectos: facilidade na construção das tabelas verdade, feedback claro e útil, facilidade em lembrar como executar as tarefas e ícones autoexplicativos. Essa análise indica que o protótipo do aplicativo foi bem planejado e que seu design teve uma boa aceitação pelos usuários.

Em relação à pretensão de uso, podemos perceber uma excelente aceitação. Praticamente todos os respondentes manifestaram preferência pelo uso do TRUEBLE em vez do caderno, e ainda pretendem utilizá-lo no futuro e recomendá-lo a seus colegas.

Como trabalhos futuros, almejamos implementar o módulo, aplicando alterações de acordo com as recomendações recebidas na avaliação, bem como realizar uma avaliação do aprendizado em sala de aula utilizando o TRUEBLE.

Por fim, esta pesquisa reflete a percepção dos alunos de Lógica Matemática de um curso de uma determinada IES. Embora esses resultados não possam ser generalizados, eles podem servir como indícios para apoiar o uso de um aplicativo que atenda às necessidades de disciplinas que ensinam os conteúdos ali contemplados.

Agradecimentos

Os autores agradecem pelo apoio financeiro da FAPERGS (Projeto ARD/ARC - processo 23/2551-0000761-4).

Referências

- Abar, C. (2008). *Noções de Lógica Matemática*. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, page 297–334.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13(3):319–340.
- Dias, B. and Finger, A. (2020). Aplicativos para o ensino-aprendizagem de lógica matemática: qual a melhor escolha? In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*, pages 111–120, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Dias, B., Otokovieski, M., Finger, A., da Silva, J. P., and Ecar, M. (2021). Aprendizado de lógica matemática: Avaliação de apps para tabela verdade e recomendação de uso. In *Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola*, pages 96–105, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Kholil, M. (2020). Students' creative thinking skills in solving mathematical logic problem with open-ended approaches. *Journal of Physics: Conference Series*, 1465(1):012044.
- Otemaier, K. R., Zanese, P. G., Grein, E. E., and Bosso, N. S. (2020). Educational escape room for teaching mathematical logic in computer courses. In *Anais do Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment 2020*, pages 295–604.
- Rauber, J., Rosseto, M., Fávero, A. M., Fávero, A. A., and Tonieto, C. (2003). *Que tal um pouco de lógica?! Clio Livros, Passo Fundo*.
- Smith, A. and Dunckley, L. (2002). Prototype evaluation and redesign: structuring the design space through contextual techniques. *Interacting with Computers*, 14(6):821–843.