

Avaliação da Usabilidade de uma Plataforma *Web* Gamificada para o Estudo da *Unified Modeling Language*

Adalberto Nunes de Menezes, Universidade Federal de Itajubá,
adalbertomenezes1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9784-5963>

Rodrigo Duarte Seabra, Universidade Federal de Itajubá,
rodrigo@unifei.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-7465-2963>

Resumo: Esta pesquisa avaliou a usabilidade de uma plataforma *web* gamificada para o estudo da *Unified Modeling Language* (UML). A plataforma disponibiliza tópicos para os estudantes de forma pedagógica e motivacional, utilizando elementos de gamificação. A avaliação da usabilidade foi realizada por meio de um teste de usabilidade e a experiência do usuário (UX) foi mensurada a partir de entrevistas com 14 estudantes voluntários de cursos de computação. Os resultados do teste apontaram que a plataforma possui boa usabilidade, alcançando 86,07 pontos no questionário *System Usability Scale* (SUS). As entrevistas realizadas também apontaram boa UX no uso da plataforma. A principal contribuição da pesquisa reside na importância da avaliação da usabilidade de plataformas gamificadas voltadas ao ensino.

Palavras-chave: UML, PGE-UML, plataforma gamificada, teste de usabilidade.

Usability Evaluation of a Gamified Web Platform for Studying Unified Modeling Language

Abstract: This research evaluated the usability of a gamified web platform for studying Unified Modeling Language (UML). The platform offers topics to students in a pedagogical and motivational manner, incorporating elements of gamification. The usability evaluation was conducted using a usability test, and the user experience (UX) was assessed through interviews with 14 volunteer computer science students. The results of the test showed that the platform has good usability, achieving 86.07 points on the System Usability Scale (SUS) questionnaire. The interviews also demonstrated good user experience when using the platform. The primary contribution of this research lies in the importance of evaluating the usability of gamified platforms designed for teaching purposes.

Keywords: UML, PGE-UML, gamified platform, usability test.

1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias na educação pode proporcionar melhor retenção do conhecimento (PUTZ *et al.*, 2020), especialmente no que tange ao uso de jogos sérios e recursos de gamificação (HAMARI *et al.*, 2016; BARATA *et al.*, 2017; SUBHASH; CUDNEY, 2018; BERNECKER; NINAUS, 2021). Para isso, as ferramentas tecnológicas educacionais devem ser estudadas e aprimoradas, visando atingirem os objetivos a que se propõem. Logo, avaliar a interface e a qualidade de uso dessas ferramentas é primordial para que seus objetivos sejam atingidos.

Alguns conteúdos são considerados abstratos e de difícil entendimento pelos discentes em cursos relacionados ao ensino superior de computação. Na área da modelagem de *software*, a UML, linguagem gráfica para modelar sistemas, é amplamente difundida, sendo utilizada em variados contextos. Salmon (2017) explica

que a UML é capaz de acelerar e auxiliar a reconhecer os problemas no desenvolvimento de *software*, quando utilizada de maneira correta, tais como contradições e omissões. Nessa seara, a UML é indicada para a modelagem de sistemas orientados a objetos. De acordo com Henrique e Rebouças (2015), esses sistemas apresentam dificuldades no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Felisbino (2017), este tipo de paradigma é comum nos cursos relacionados à ciência da computação, sendo amplamente utilizado no mercado de trabalho.

Face a essa realidade, em uma pesquisa recente, Feichas e Seabra (2022) desenvolveram uma plataforma *web* gamificada, denominada PGE-UML, para auxiliar o estudo da UML. Composta por trilhas de conhecimentos, tabelas de classificações, sistemas de pontuação e emblemas de conquistas, a PGE-UML conseguiu atingir seu objetivo, isto é, auxiliar o processo de estudo da UML, sendo que 96% dos discentes que participaram do teste da ferramenta naquela oportunidade recomendaram seu uso. Em relação à percepção de uso, embora todos os discentes tenham concordado com a facilidade de utilização, faz-se necessário um estudo mais aprofundado para corrigir possíveis falhas da plataforma, visando, possivelmente, expandi-la para outras disciplinas. Tão importante quanto buscar ferramentas que auxiliem os estudantes no processo de estudo da UML, é avaliar se elas atendem as suas necessidades de uso.

Frezato *et al.* (2023) defendem que embora a gamificação apresente vários pontos positivos, sobretudo devido ao seu suposto poder motivacional (ÇAKIROĞLU *et al.*, 2017; CAO *et al.*, 2023) ao utilizar pontos, tabelas de classificação e variados elementos na forma de recompensas (MEKLER *et al.*, 2017; HU *et al.*, 2023), avaliar a qualidade de ambientes gamificados direcionados para a educação se faz necessário, inclusive, sob a ótica da usabilidade. Os autores reforçam a necessidade dessa avaliação devido ao crescimento expressivo de sistemas gamificados voltados para a educação, que, muitas vezes, são inseridos no âmbito escolar sem a verificação de suas qualidades. Nesse mesmo contexto, Pinheiro *et al.* (2022) reforçam a importância de se avaliar ferramentas gamificadas voltadas para a educação, visando garantir que esses sistemas possuam usabilidades adequadas, tornando-os intuitivos e de fácil utilização. Tendo em vista que a gamificação não é eficaz por si só (SAILER *et al.*, 2017; ALDEMIR *et al.*, 2018; KRATH *et al.*, 2021), um sistema que apresente usabilidade ruim pode comprometer o aprendizado, a experiência de uso e a motivação de seus usuários. Klock *et al.* (2019) complementam essa visão, argumentando que um dos cenários que mais tem se beneficiado com a gamificação é o educacional, especialmente ao serem considerados fatores como interação (PAIVA *et al.*, 2016), envolvimento (SEIXAS *et al.*, 2016), satisfação (SAILER *et al.*, 2017) e aprendizagem dos estudantes (HUBER *et al.*, 2023). Com base no exposto, percebe-se a importância de se avaliar a usabilidade de sistemas e a satisfação de seus usuários, em especial, de sistemas educacionais. Esta pesquisa, portanto, teve como objetivo avaliar a usabilidade da plataforma *web* gamificada desenvolvida por Feichas e Seabra (2022) – PGE-UML – que visa apoiar o estudo da UML em cursos superiores de computação.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica; a Seção 3 detalha o método empregado no estudo; a Seção 4 discute os resultados e, finalmente, a Seção 5 tece as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das formas de aplicação da tecnologia na educação é por meio da gamificação. Devido aos benefícios dessa abordagem nessa esfera, variados autores têm pesquisado sobre o tema, buscando aplicar as mecânicas dos *games* no processo de

ensino. Na área da engenharia de *software*, pesquisadores têm aplicado a gamificação com resultados satisfatórios (KASINATHAN *et al.*, 2018; IVANOVA *et al.*, 2019; FEICHAS; SEABRA, 2023). Segundo Majuri *et al.* (2018), há variadas formas de incorporar interações lúdicas em domínios educacionais, levando a terminologias diversificadas para a abordagem, tais como jogos sérios, *edugames* ou jogos para a educação, aprendizagem baseada em jogos e, ultimamente, gamificação.

A gamificação na educação consiste na utilização de elementos de jogos para atrair os estudantes, motivando-os a aprender. Segundo Kapp (2012), um jogo é um sistema no qual os participantes possuem desafios, definidos por regras, permitindo a interação entre os jogadores e fornecendo *feedback* aos participantes. De acordo com o autor, todos esses elementos despertam reações emocionais no jogador, que podem instruí-lo a participar mais ainda da tarefa, bem como melhorar a assimilação do conteúdo presente no jogo. Bissolotti (2014) explica que a utilização de jogos consegue manter os participantes concentrados nas tarefas por horas, seja para ultrapassar a pontuação de outro jogador, evoluir nos desafios ou revelar o fim da história. Quando engajados, os participantes, mesmo fora do jogo, passam horas desenvolvendo, mentalmente, estratégias a serem adotadas quando forem jogar, para que consigam atingir seus objetivos.

Willig *et al.* (2021) discorrem que a aprendizagem está intrínseca nos jogos. Os autores explicam que quanto à aprendizagem com jogos, eles possuem o propósito de envolvimento legítimo do jogador, que, por meio da autodeterminação, é motivado. A gamificação por meio de metas, controle do aluno e engajamento atende as necessidades psicológicas, tornando-se um estimulador motivacional.

Paralelamente a essa realidade e considerando a importância da modelagem no processo de desenvolvimento de *software*, cursos superiores relacionados à computação estão convergindo para a adoção de disciplinas que buscam ensinar ferramentas de modelagem de *software*, em especial, o estudo da UML, que é uma ferramenta robusta nesse quesito. De acordo com Tanaka (2011), a UML se trata de uma linguagem visual para especificar, construir, documentar e visualizar as partes de um *software*, além de possuir uma vasta quantidade de diagramas, sendo, por meio deles, possível representar o sistema por vários pontos de vista, facilitando o entendimento do *software* por todos os envolvidos.

Laroza e Seabra (2015) esclarecem que, em cursos de computação, de maneira geral, a UML é tratada na disciplina de engenharia de *software*, embora existam cursos que tratem o assunto de maneira mais específica. Os autores ainda defendem que nem sempre os discentes conseguem um aprendizado completo, pois o tema normalmente é tratado por meio de aulas dialogadas e expositivas, além do alto grau de abstração do conteúdo. Azevedo *et al.* (2019) discorrem sobre a clara existência de erros durante o aprendizado, bem como novas metodologias para auxiliar o ensino e a aprendizagem da UML, procurando tornar esse processo mais atrativo aos discentes.

2.1 Trabalhos Correlatos

O estudo de mapeamento sistemático conduzido, recentemente, por Menezes e Seabra (2023) identificou métodos de avaliação da usabilidade utilizados na análise de ferramentas educacionais gamificadas. Como resultado, foram identificados três métodos principais de avaliação: escala SUS (*System Usability Scale*), teste com usuários e avaliação heurística. Alguns estudos identificados no mapeamento apresentaram mais de um método de avaliação de usabilidade na mesma pesquisa.

O questionário SUS consiste em uma escala numérica de usabilidade, desenvolvida por Brooke (1996). Os testes com usuários (ou teste de usabilidade) mensuram a usabilidade de sistemas interativos a partir da experimentação real de uso dos seus usuários-alvo (RUBIN, 1994). A avaliação heurística é um método de inspeção direcionado à identificação de problemas de usabilidade, caracterizado por ser uma alternativa de avaliação rápida e de baixo custo, se comparada a métodos empíricos (BARBOSA; SILVA, 2010).

Nos estudos identificados no mapeamento, os métodos utilizados para avaliar a usabilidade das ferramentas variaram, em geral, em nove possibilidades. Ressalta-se que a escala SUS foi o método mais utilizado, aparecendo em 12 trabalhos. Em segundo lugar foi o teste de usabilidade, relatado em oito artigos. Em seguida, a avaliação heurística foi utilizada em sete trabalhos diferentes. Dentre as pesquisas identificadas no mapeamento sistemático conduzido, poucas apresentaram, de fato, o que deveria ser melhorado nas ferramentas, tampouco propuseram soluções para os problemas encontrados, limitando-se apenas à avaliação da usabilidade propriamente dita.

3. MÉTODO

Nesta seção, são descritos o método e o processo de avaliação da usabilidade da plataforma PGE-UML, bem como as etapas da pesquisa.

3.1 A Plataforma PGE-UML

A PGE-UML foi desenvolvida por Feichas e Seabra (2022), tendo como objetivo auxiliar discentes no estudo da UML. Trata-se de uma plataforma *web* gamificada que possui diferentes elementos de jogos (Figura 1), tais como: pontos, progresso, tabela de classificação, emblemas, níveis, desafios, *feedback* e reforço, e painel de instrumentos. A plataforma também é acessada por professores, para que eles possam acompanhar, inserir e modificar seu conteúdo.

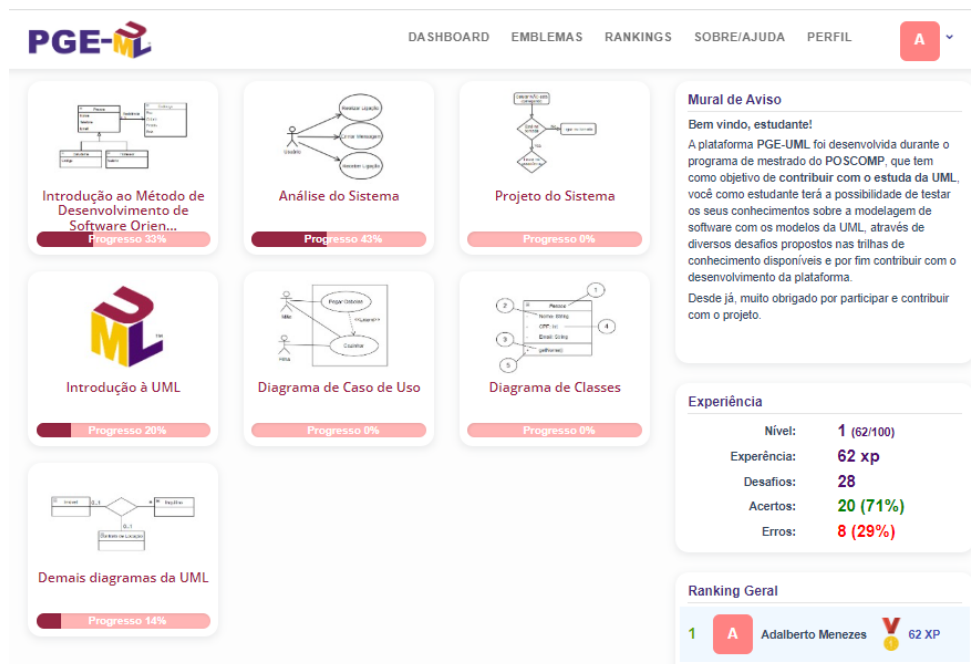


Figura 1. Interface principal da PGE-UML. Fonte: Feichas e Seabra (2022).

Para que o aluno consiga acessar a plataforma, é necessário que ele possua um código de primeiro acesso, fornecido pelo professor. Com esse código, o aluno automaticamente é direcionado para a área/turma a qual o professor, preliminarmente, inseriu as atividades e o conteúdo. Após a inserção do código fornecido pelo professor, o aluno é direcionado a uma tela na qual ele insere seus dados, finalizando o cadastro; a partir daí, ele acessa o conteúdo disponível. Após o primeiro cadastro, basta inserir o *e-mail* e a senha para que o estudante tenha acesso à plataforma. Mais detalhes sobre a PGE-UML podem ser consultados em Feichas (2022).

3.2 Cenário e Sujeitos da Pesquisa

A seleção adequada dos usuários é primordial para o êxito em um teste de usabilidade, logo deve-se selecionar usuários que estejam alinhados com os perfis dos utilizadores do sistema. Com relação à quantidade de usuários, Nielsen (1993) aponta que, para se ter validade, o teste de usabilidade não necessita ter muitos participantes. De acordo com o autor, com cinco participantes é possível encontrar 80% dos problemas de usabilidade do sistema. Testando com nove usuários, é possível encontrar mais de 90% dos problemas de usabilidade. A partir dessa constatação, definiu-se, para este trabalho, a quantidade de quatorze usuários para participarem do teste de usabilidade, considerando o acesso e a disponibilidade voluntária desses participantes.

Catecati (2021) explica que no teste de usabilidade com usuários finais, eles são convidados a realizarem tarefas no ambiente real de uso do sistema. Dessa forma, as tarefas utilizadas nesta oportunidade foram aplicadas em um laboratório de informática localizado na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), com boas condições de conforto, iluminação e climatização.

3.3 Operacionalização da Pesquisa

Uehara (2022) destaca que a fase de planejamento do teste de usabilidade é crucial para atingir os objetivos. A autora aponta que nesta fase são definidos os objetivos, quando e como ocorrerá o teste, a quantidade e os usuários que participarão dele. Foram definidas cinco tarefas (Quadro 1) para o teste de usabilidade conduzido nesta pesquisa. Primeiramente, antes da execução das tarefas, os participantes receberam um código para acesso ao conteúdo da plataforma PGE-UML.

Quadro 1 – Tarefas do teste de usabilidade. Fonte: Os autores.

Tarefa	Descrição da tarefa	Requisito
T1	Realize seu primeiro acesso à plataforma e faça <i>logout</i> quando terminar.	O estudante deve estar na página de acesso à plataforma e de posse do código de primeiro acesso.
T2	Acesse a plataforma por meio do <i>e-mail</i> e senha cadastrados e atualize seus dados.	O participante deverá antes ter realizado seu cadastro (T1) completamente (sair da plataforma).
T3	Selecione a trilha “Introdução à UML” e jogue a fase “Introdução”.	O participante deverá estar na página inicial da plataforma.
T4	Visualize seu progresso e o de um colega.	O participante deverá ter finalizado uma fase.
T5	Visualize seus emblemas conquistados e os que ainda não conquistou.	O participante deverá estar logado no sistema.

Na primeira tarefa, o participante deveria acessar a página da plataforma e clicar no botão “Primeiro Acesso do Estudante”. Desta forma, ele seria direcionado a outra página *web*, na qual deveria inserir o código de primeiro acesso e validá-lo. Após a validação, o participante seria direcionado a outra página, na qual deveria, obrigatoriamente, inserir seu nome, *e-mail* e senha. Nessa página, o participante poderia inserir também sua foto, sem obrigatoriedade. O usuário deveria marcar a opção em que

aceita o termo de uso da plataforma. Nessa página, o estudante tem acesso ao termo por meio de um *link*. Após essa aceitação, o participante é direcionado a outra página, na qual, para finalizar, deveria responder ao questionário de conhecimento, onde são colhidas informações como: gênero, idade, curso, período, experiência com a UML, assiduidade de estudar fora da sala e afinidade com *games*. Após finalizar o questionário, o usuário seria direcionado à página inicial da plataforma. Após acessar a plataforma, o estudante deveria selecionar a opção SAIR, sendo direcionado novamente à tela de *login*.

Na segunda tarefa, o participante deveria inserir o *e-mail* e a senha cadastrados na T1 e, após realizar o *login*, acessar a aba *Login* e atualizar seus dados. Mesmo que não fosse necessário atualizar algum dado, o usuário deveria clicar no botão azul “Atualizar Perfil”. Nesse momento, o usuário não é direcionado a nenhuma outra página; dessa forma, o participante deveria selecionar e clicar na aba *Dashboard*, sendo direcionado à página inicial da plataforma, tendo acesso às trilhas e, do lado direito, a painéis como: “Mural de Aviso”, “Experiência”, “*Ranking* Geral” e “Colegas”.

Na terceira tarefa, o participante deveria selecionar a trilha “Introdução à UML” e, posteriormente, selecionar e jogar a fase “Introdução”, composta por 11 questões. Após iniciar a fase, não é possível retornar à questão anterior, sendo obrigatória a marcação de uma opção. Após escolher sua resposta, o usuário deveria selecionar o botão “Corrigir”; essa seleção só é possível após a escolha de uma resposta. As opções corretas aparecerão e o usuário deveria clicar no botão “Próximo” (esse botão é o mesmo que o “Corrigir”, altera após a correção). Essa fase possui perguntas como: certo e errado, quatro opções de respostas e complete a frase. É possível ao usuário acompanhar o progresso na fase em uma barra suspensa, que vai completando sua cor à medida que se avança nas perguntas. Após a conclusão das 11 perguntas, apareceria uma tela informando que o participante concluiu a fase, contendo informações como: “Desafios Jogados (11)”, “Acertos”, “Erros” e o valor que será somado em seu item “Experiência”, bem como as opções “Sair” ou “Continuar”. O participante deveria selecionar a opção “Sair”, sendo direcionado à trilha “Introdução à UML”.

O usuário poderia realizar a tarefa 4 de duas formas. Na primeira, ir ao *menu* à direita, onde tem acesso na página inicial, sendo necessário apenas rolar a página e clicar no nome que deseja visualizar o progresso. Clicando no nome de um colega, tem-se acesso ao progresso dele. Nesse *ranking*, já aparecem os nomes classificados com melhor pontuação. Na segunda forma, bastaria o usuário selecionar a aba “*Rankings*”, no *menu* superior. Finalmente, para visualizar os emblemas (tarefa 5), dever-se-ia clicar na aba “Emblemas”, no *menu* superior. O participante teria acesso a uma tela na qual os emblemas que ele já conquistou estariam realçados e coloridos, e os que ainda não conquistou estariam sem destaque, em preto e branco.

3.4 Coleta dos Dados

A coleta dos dados ocorreu na UNIFEI, no segundo semestre de 2024, em um laboratório de informática da Instituição, de maneira presencial. Foram utilizados equipamentos eletrônicos (*laptop* e *smartphone*) para gravar os participantes durante o teste de usabilidade. Os dados foram coletados individualmente. Foi definido um roteiro de apresentação utilizado no início do teste. Os participantes foram convidados para o teste e voluntariamente assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde declararam que estavam cientes de sua participação na pesquisa. O roteiro de atividades fornecido para os participantes continha as tarefas que foram realizadas (descritas na subseção 3.3). Após a realização do teste, foi aplicado um questionário

pós-teste aos participantes, utilizando a escala SUS, sendo adicionada uma questão aberta para que eles pudessem discorrer suas opiniões sobre a PGE-UML.

Vlachogianni e Tselios (2020) explicam que a escala SUS surgiu devido à necessidade de uma ferramenta padronizada para avaliar a usabilidade percebida por usuários finais. A SUS foi proposta por Brooke (1996), tratando-se de uma ferramenta de baixo custo, utilizada mundialmente, com alta validade e confiabilidade. É composta por dez questões aferidas segundo uma escala *Likert* de cinco pontos, a partir das quais o usuário avalia subjetivamente a usabilidade do sistema. Vlachogianni e Tselios (2020) esclarecem que a SUS possui atributos especiais, que a tornam uma ferramenta ideal para avaliar sistemas educacionais. Os itens da escala SUS, segundo Brooke (1996) são: 1) *Acho que eu gostaria de usar este sistema com frequência*; 2) *Achei o sistema mais complexo do que o necessário*; 3) *Achei o sistema fácil de utilizar*; 4) *Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para conseguir usar o sistema*; 5) *Achei que várias funcionalidades deste sistema estavam bem integradas*; 6) *Achei que este sistema tinha muitas inconsistências*; 7) *Acho que a maioria das pessoas aprenderia usar rapidamente este sistema*; 8) *Achei o produto muito complicado de utilizar*; 9) *Eu me senti confiante ao usar o sistema*; 10) *Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este sistema*. Para a identificação dos perfis dos participantes, foi aplicado um questionário que buscou caracterizá-los. Essa identificação foi importante para obter um retrato das suas experiências com o uso de computador, familiaridade com gamificação, idade etc.

Em conjunto com o teste de usabilidade, também foi avaliada a UX por meio de uma entrevista semiestruturada, com gravação de áudio. Barros *et al.* (2024) ressaltam que a coleta de dados por meio de entrevistas com usuários resulta em dados qualitativos em pesquisas de UX. Para auxiliar a análise da UX no escopo desta pesquisa, foi utilizada a ferramenta *Microsoft Clarity*. Trata-se de uma ferramenta gratuita, fornecida pela *Microsoft*, que possibilita a análise dos comportamentos dos usuários de determinado *site*. A ferramenta possui gravação de sessões, *insights* de *machine learning* e mapas de calor. Cabe ressaltar que esta pesquisa cumpriu rigorosamente os preceitos éticos, em consonância com a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2016).

3.5 Análise dos Dados

Os dados coletados foram tabulados, para melhor compreensão, e avaliados de acordo com os componentes de usabilidade definidos na norma ISO 9241-11 (ISO 9241-11, 2002). Para aferir a **eficácia**, foi utilizado o critério de sucesso na execução da tarefa. Essa métrica foi utilizada para avaliar se os usuários foram capazes de concluir as tarefas usando a plataforma, sendo avaliada com o percentual de conclusão das tarefas. A partir dessa métrica, foram retirados dados adicionais, por exemplo, o percentual de tarefas não concluídas. Para avaliar a **eficiência**, foi adotado o protocolo de Lima (2012), sendo mensurado o intervalo do maior tempo para concluir a tarefa com o menor tempo de conclusão da mesma tarefa. Quanto mais o tempo se aproximar do menor tempo, melhor será a eficiência do sistema. Para tanto, foram analisados os tempos de execução das tarefas, buscando mensurar o tempo gasto na realização de cada uma. A **satisfação** do usuário foi avaliada considerando as respostas das questões 1, 4 e 9 da escala SUS.

Além da avaliação das medidas de usabilidade contidas na ISO 9241-11, foram avaliadas as dimensões presentes na escala SUS, a saber: **minimização dos erros**, **facilidade de memorização** e **facilidade de aprendizagem**. O teste ora proposto

também verificou erros na execução das tarefas, bem como a capacidade de os usuários se recuperarem desses erros, com medidas como tempo e quantidade de cliques para recuperação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram do teste de usabilidade 14 estudantes voluntários, matriculados em uma disciplina de modelagem de *software*, sendo quatro (28,57%) do curso de Ciência da Computação, um (7,14%) de Engenharia da Computação e nove (64,29%) de Sistemas de Informação. Dois (14,29%) participantes estavam no quarto semestre do curso, cinco (35,71%) no sexto, quatro (28,58%) no oitavo e três (21,42%) no décimo período do curso. Todos os participantes afirmaram pertencer ao gênero masculino e responderam utilizar computador há mais de quatro anos. Em relação ao tempo de uso de computador, 12 (85,72%) participantes apontaram usar mais de 16 horas semanalmente; um (7,14%) relatou usar de nove a 16 horas; e outro (7,14%) relatou utilizar menos de quatro horas por semana. 12 (85,72%) participantes afirmaram ter entre 20 e 24 anos; um (7,14%) 29 anos; e outro (7,14%) 30 anos. Com relação ao local que mais utilizam computador, oito (57,15%) participantes relataram utilizar mais em casa, cinco (35,71%) afirmaram utilizar o computador mais no trabalho e outro (7,14%) relatou utilizar em casa, no trabalho e na universidade.

Com relação à avaliação da usabilidade pela escala SUS, aplicando o método de Brooke (1996), a média da avaliação da plataforma PGE-UML foi 86,07 pontos, segundo as opiniões dos participantes, sendo 100 pontos a maior pontuação atribuída e 77,5 pontos a menor. O desvio padrão foi de 10,41. O Quadro 2 mostra os valores das pontuações da escala SUS por participante.

Quadro 2 – Pontuação da escala SUS por participante. Fonte: Os autores.

Participante	Pontuação SUS	Participante	Pontuação SUS
1	92,5	8	85
2	90	9	87,5
3	90	10	85
4	90	11	80
5	95	12	100
6	95	13	77,5
7	80	14	57,5
Média		86,07	

Embora a avaliação da usabilidade por um usuário tenha apresentado valor bem abaixo dos demais (57,5), a plataforma PGE-UML apresentou usabilidade “melhor imaginável” (acima de 86 pontos) na escala de Bangor *et al.* (2009), e “A+” na distribuição de Sauro e Lewis (2016), indicando que o sistema possui alto índice de usabilidade. No que tange aos atributos de usabilidade, a **eficiência**, aferida pelas questões 5, 6 e 8, alcançou 84,53 pontos; a **satisfação** dos usuários, mensurada pelas questões 1, 4 e 9, atingiu 85,13 pontos; a **minimização de erros**, quantificada pela questão 6, registrou 82,15 pontos; e a **facilidade de memorização**, representada pela questão 2, atingiu 80,36 pontos. É importante destacar o atributo relativo à **facilidade de aprendizagem**, retratada pelas questões 3, 7 e 10, que alcançou 91,08 pontos, superando a avaliação da usabilidade geral do sistema.

O menor valor obtido na escala SUS foi 57,5. Segundo Sauro e Lewis (2016), a pontuação entre 51,7 e 62,6 remete à classificação “D” de usabilidade. Essa avaliação foi realizada pelo participante 14. Ao dividir as questões do questionário SUS nas suas dimensões, percebe-se que esse mesmo participante avaliou a PGE-UML bem abaixo da média em todas as dimensões: eficiência [(41,67), média (84,53)]; satisfação [(58,34), média (85,13)]; minimização de erros [(25), média (82,15)]; facilidade de memorização

[(50,00), média (80,36)] e facilidade de aprendizagem [(62,50), média (91,08)]. Ressalta-se que o participante 14 é o que possui maior idade dentre os participantes (30 anos), e está no décimo período do curso de Sistemas de Informação. O participante 14, durante a entrevista, afirmou que não tem conhecimento sobre a UML, apontando que seria importante que uma parte da PGE-UML explicasse sobre o conteúdo da UML. Em suas palavras: *“mesmo não tendo conhecimento sobre UML, acho que seria interessante uma parte que explique o conteúdo, exemplo te dá a pergunta, tem que ter uma base para responder, se não tem, não tem como jogar esse jogo”*. O participante 14 errou os botões “Sair” e “Continuar”, no final da primeira fase, jogando a segunda e a terceira fases, percebendo isso apenas na quarta, saindo da trilha. Esse participante realizou a alteração do perfil (tarefa 2) em conjunto com a tarefa 1, já inserindo o numeral 2024 (solicitado na tarefa 2) no final do nome. O mesmo participante não realizou a última tarefa, que consistia na visualização dos emblemas; ele acessou a opção de alterar a senha e saiu do sistema. Essa atitude de não realizar a última tarefa e sair do sistema, repentinamente, pode indicar, embora não esteja explícito nos dados, uma carga de *stress* por parte do participante.

O participante 12, durante a entrevista, comentou que sentiu certa demora para identificar se acertou ou não a questão, fato que não influenciou sua avaliação sobre o sistema, tendo atribuído pontuação máxima (100 pontos) na escala SUS. Este participante utiliza computador mais de 16 horas semanalmente, possui 22 anos e está no oitavo período do curso de Sistemas de Informação. O participante relatou que os pontos mais positivos da PGE-UML são as conquistas, as medalhas e os emblemas. Relatou que, ao usar a plataforma, nem percebeu o tempo passar, que ela “prende” o usuário com os elementos de gamificação. Este participante errou o botão “Sair” e “Continuar”, mas em três segundos percebeu que estava errado e saiu da segunda fase. Salienta-se que este participante foi o que mais permaneceu com tempo útil no sistema, totalizando 909 segundos. Acredita-se que o sentimento de demora em identificar o acerto ou não na resposta pode estar ligado ao fato de que o participante apresenta grande familiaridade com jogos, sendo que vários jogos apresentam uma tela automaticamente após a ação do jogador, na forma de um *feedback* visual, indicando o desempenho do usuário. Essa premissa fica evidente quando se analisa a resposta do participante 12 na entrevista: *“...única coisa que foi diferente foi a questão da notificação de que eu havia acertado ou errado, ficou bem discreta no canto, então demorei mais para identificar, geralmente aparece algo na tela, algo mais visual...”*.

Nos dados obtidos com a escala SUS, as avaliações de oito participantes (57,14%) se enquadraram na condição de “melhor imaginável” e de cinco participantes (35,71%) em “excelente”, de acordo com a escala de Bangor *et al.* (2009). Dos oito participantes que melhor avaliaram a PGE-UML pelo questionário SUS, cinco responderam a questão aberta ao final e apontaram alguns ajustes, mas que não comprometeram a avaliação da plataforma. Na avaliação da dimensão “minimização de erros” pelos participantes 7 e 14, os valores ficaram bem abaixo da média (25 pontos), sendo que a média foi 82,15. Na entrevista, o participante 7 declarou: *“teve uma questão que eu tinha que apertar na alternativa para marcar 1 ou 2, e eu não entendi, não ficou claro isso”*. O participante 14 não realizou a última tarefa; errou acessando a aba do perfil e saiu do sistema sem procurar o local para a realização da tarefa e relatou na entrevista sobre alguma ação inusitada durante o uso da plataforma: *“somente a parte que eu cliquei e apareceu outro questionário, eu li que tinha que responder as 11 perguntas, mas no final, não consegui identificar se era para continuar”*.

A questão que avaliou a facilidade de memorização foi a 2. Ela teve uma única avaliação 0 (zero), indicada pelo participante 8, totalmente divergente da média 80,36.

Embora essa avaliação chame a atenção, não se vislumbrou o fator influenciado, pois o participante 8 elogiou a plataforma e não relatou dificuldade na sua utilização. Um ponto relevante na UX é a possibilidade de alterar a visualização para o modo noturno. Esta opinião foi relatada por dois usuários (14,28%). O participante 6 justificou que possui um pequeno problema de visão, por isso a indicação do modo noturno; o participante 7 relatou ter mencionado o modo noturno, pois o fundo claro pode lhe acometer com dor de cabeça, nada que comprometa o teste de usabilidade da PGE-UML, visto que o tempo de uso para a realização do teste foi curto.

Finalmente, a análise dos dados com a ferramenta *Microsoft Clarity* resultou em uma pontuação de desempenho 99/100, o que se encaixa em “bom”, classificação realizada automaticamente pela própria ferramenta. Essa análise é feita por meio de três métricas *Core Web Vitals* (EDGAR, 2023), conjunto de métricas que avaliam a UX de um site: *Largest Contentful Paint* (LCP), que mede o tempo que o maior elemento de uma página gasta para ser carregado, ajudando a melhorar a experiência dos usuários; *Interaction to Next Paint* (INP), métrica que mede o tempo que a página demora para corresponder a ação do usuário; e *Cumulative Layout Shift* (CLS), que mensura o quanto o *layout* muda no decorrer do uso da página. A ferramenta não retornou nenhuma indicação de possíveis alterações, exceto pelo apontamento de posicionar os elementos mais importantes sem que o usuário tenha que rolar a página até o final.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trouxe à luz a importância de avaliar a usabilidade de plataformas gamificadas voltadas para o ensino. Essa avaliação é fundamental, pois a interface de um sistema é a conexão entre o computador e o usuário, realizada por meio de um processo de interação. Quando essa interação ocorre de maneira fácil, a interface é considerada com boa usabilidade, do contrário, a interface precisa de correções para melhor atender as expectativas dos usuários, bem como atingir os objetivos a que se destina. No que tange à usabilidade avaliada pela escala SUS, a PGE-UML apresentou índice excelente (86,07 pontos), ficando classificada como “melhor imaginável” na escala de Bangor *et al.* (2009), “A+” na classificação de Sauro e Lewis (2016) e “excelente usabilidade” na divisão de Brooke (1996). Quando analisadas as dimensões da escala SUS, todas apresentaram índices satisfatórios: eficiência (84,53 pontos), satisfação (85,13 pontos), minimização de erros (82,15 pontos), facilidade de memorização (80,36 pontos) e facilidade de aprendizagem (91,08 pontos). A UX foi avaliada com o auxílio da ferramenta gratuita *Microsoft Clarity* e por meio de entrevistas, devidamente gravadas e autorizadas. Os dados convergiram com os resultados do teste de usabilidade, em que a PGE-UML atingiu avaliação satisfatória na experiência de uso vivenciada pelos participantes deste estudo.

A pesquisa identificou alguns problemas na PGE-UML, tais como: a disposição das trilhas na tela, barra de progresso sem identificação, rótulos dos botões “Sair” e “Continuar” apresentados ao final de cada fase e nota explicativa em local no qual deveria ser uma pergunta. Para esses problemas, foram propostas alterações para o aprimoramento de uma nova versão da plataforma avaliada. Finalmente, embora a pesquisa tenha encontrado pontos relevantes da interface da PGE-UML que necessitam de ajustes, ressalta-se que tais pontos não foram suficientes para resultar em uma avaliação ruim em termos da usabilidade do sistema ou da UX, corroboradas com os dados extraídos a partir das opiniões dos participantes voluntários da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALDEMIR, T. *et al.* A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. **Computers in Human Behavior**, v. 78, p. 235-254, 2018.
- AZEVEDO, R. *et al.* Aprendizagem de modelagem de sistemas com UML: Concepção de uma arquitetura pedagógica. In: **VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019)**, p. 881-890, 2019.
- BANGOR, A. *et al.* Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, n. 3, p. 114-23, 2009.
- BARATA, G. *et al.* Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. **Computers in Human Behavior**, v. 71, p. 550-585, 2017.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**, Elsevier, 2010.
- BARROS, S. E. T. *et al.* Técnicas de coleta de dados em pesquisas de user experience (UX) no contexto da Ciência da Informação. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, v. 18, 2024.
- BERNECKER, K.; NINAUS, M. No Pain, no gain? Investigating motivational mechanisms of game elements in cognitive tasks. **Computers in Human Behavior**, v. 114, p. 106542, 2021.
- BISSOLOTTI, K. *et al.* Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 12. n. 2, 2014.
- BRASIL. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, Conselho Nacional de Saúde, 2016.
- BROOKE, J. SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale. **Usability Evaluation in Industry**, p. 189-194, 1996.
- ÇAKIROĞLU, Ü. *et al.* Gamifying an ICT course: Influences on engagement and academic performance. **Computers in Human Behavior**, v. 69, p. 98-107, 2017.
- CAO, Y. *et al.* How to provide competitors in educational gamification: The roles of competitor level and autonomous choice. **Computers in Human Behavior**, v. 138, p. 107477, 2023.
- CATECATI, T. Avaliação da satisfação do usuário em teste de usabilidade com base em equipamentos de eletroencefalografia e atividade eletrodérmica de baixo custo. **Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)** – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- EDGAR, M. **Page experience: Core Web Vitals and more**. In: Tech SEO Guide. Apress, Berkeley, CA, 2023.

FEICHAS, F. A. Avaliação da percepção de uso de uma plataforma gamificada sob a perspectiva discente: uma abordagem no estudo da UML. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Computação) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. 2022.

FEICHAS, F. A.; SEABRA, R. D. PGE-UML: Uma plataforma web gamificada para o estudo da Unified Modeling Language. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 20, p. 249-258, 2022.

FEICHAS, F. A.; SEABRA, R. D. Evaluation of perception of use of a gamified platform from the student perspective: an approach for studying Unified Modeling Language. **Informatics in Education**, v. 22, p. 369-394, 2023.

FELISBINO, C. M. Ferramenta para o apoio ensino-aprendizagem do modelo orientado a objetos durante a construção do diagrama de classes. **Dissertação** (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

FREZATO, O. F. dos S. *et al.* Proposta inicial de um conjunto de heurísticas para avaliação de sistemas educacionais gamificados. In: **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2023**, p. 439-450, Passo Fundo/RS, 2023.

HAMARI, J. *et al.* Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. **Computers in Human Behavior**, v. 54, p. 170-179, 2016.

HENRIQUE, M. S.; REBOUÇAS, A. D. D. S. Objetos de aprendizagem para auxiliar o ensino dos conceitos do paradigma de programação orientada a objetos. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 13, n. 2, 2015.

HU, Y. Z. *et al.* Impact of rewards on cognitive game performance: Competition with peers increases enjoyment in easy, but not difficult tasks. **Computers in Human Behavior**, v. 149, p. 107952, 2023.

HUBER, S. E. *et al.* Game elements enhance engagement and mitigate attrition in online learning tasks. **Computers in Human Behavior**, v. 149, p. 107948, 2023.

ISO 9241, Parte 11. **Orientações sobre Usabilidade**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT, 2002.

IVANOVA, G. *et al.* Gamification in software engineering education. In: **42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)**, p. 1445-1450, 2019.

KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. Pfeiffer, 2012.

KASINATHAN, V. *et al.* Questionify: gamification in education. **International Journal of Integrated Engineering**, v. 10, n. 6, p. 139–143, 2018.

KLOCK, A. C. T. *et al.* User-centered gamification for e-learning systems: A quantitative and qualitative analysis of its application. **Interacting with Computers**, v. 31, n. 5, p. 425–445, 2019.

KRATH, J. *et al.* Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. **Computers in Human Behavior**, v. 125, p. 106963, 2021.

LAROZA, J. P.; SEABRA, R. D. REA-UML: Recurso educacional aberto para ensino da UML. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, v. 26, p. 11-20, 2015.

MAJURI, J. *et al.* Gamification of education and learning: A review of empirical literature. In: **2nd Internacional GamiFIN Conference (GamiFN 2018) - CEUR Workshoo Proceedings**. v. 2186, p. 11-19, 2018.

MEKLER, E. D. *et al.* Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. **Computers in Human Behavior**, v. 71, p. 525-534, 2017.

MENEZES, A. N.; SEABRA, R. D. Avaliação da usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas: um mapeamento sistemático da literatura. In: **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2023**, p. 604-617, Passo Fundo/RS, 2023.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Academic Press, 1993.

PAIVA, R. *et al.* What do students do on-line? Modeling students' interactions to improve their learning experience. **Computers in Human Behavior**, v. 64, p. 769-781, 2016.

PINHEIRO, A. G. P. *et al.* Avaliando a usabilidade do GameTest: um jogo educacional para o ensino de teste de software. **Conjecturas Internacionais**, v. 22, n. 18, p. 110-124, 2022.

PUTZ, L. M. *et al.* Can gamification help to improve education? Findings from a longitudinal study. **Computers in Human Behavior**, v. 110, p. 106392, 2020.

RUBIN, J. **Handbook of usability testing: how to plan, design, and conduct effective tests**. Wiley Technical Communication Library, 1994.

SAILER, M. *et al.* How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. **Computers in Human Behavior**, v. 69, p. 371-380, 2017.

SALMON, A. Z. O. Modelagem e análise de requisitos de sistemas automatizados UML e redes de Petri. **Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica (POLI/USP)**, São Paulo. 2017.

SAURO, J.; LEWIS, J. R. **Quantifying the user experience: Practical statistics for user research**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2016.

SEIXAS, L. R. *et al.* Effectiveness of gamification in the engagement of students. **Computers in Human Behavior**, v. 58, p. 48-63, 2016.

SUBHASH, S.; CUDNEY, E. A. Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. **Computers in Human Behavior**, v. 87, p. 192-206, 2018.

TANAKA, S. S. O poder da tecnologia de workflow e dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem da UML. **Dissertação** (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

UEHARA, B. B. A. Melhorando a experiência do usuário com testes de usabilidade: compreensão, aplicação e análise. **Dissertação** (Mestrado em Gestão de Unidades de Informação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

VLACHOGIANNI, P.; TSELIOS, N. Perceived usability evaluation of educational technology using the System Usability Scale (SUS): A systematic review. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 54, n. 3, p. 392-409, 2020.

WILLIG, J. H. *et al.* Gamification and education: A pragmatic approach with two examples of implementation. **Journal of Clinical and Translational Science**, v. 5, n. 1, p.1-7, 2021.