

**AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UMA  
PLATAFORMA *WEB* GAMIFICADA SOB A  
PERSPECTIVA DISCENTE: UMA ABORDAGEM NO  
ESTUDO DA UML**

**ADALBERTO NUNES DE MENEZES**

**ORIENTADOR: PROF. DR. RODRIGO DUARTE SEABRA**

Itajubá – MG  
Junho/2025

# **AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UMA PLATAFORMA *WEB* GAMIFICADA SOB A PERSPECTIVA DISCENTE: UMA ABORDAGEM NO ESTUDO DA UML**

**ADALBERTO NUNES DE MENEZES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia da Computação da Universidade Federal de Itajubá, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia da Computação.

Área de concentração: Matemática da Computação

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Duarte Seabra

Itajubá - MG  
Junho/2025

---

# AGRADECIMENTOS

A trajetória até a conclusão desse mestrado foi marcada por aprendizados, desafios e, principalmente, superação. Cada dificuldade foi uma oportunidade de crescimento. Sendo assim, não poderia deixar de agradecer algumas pessoas que foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Duarte Seabra, por sua paciência, dedicação e pela sua gigantesca colaboração para a realização desse mestrado. Sua constante cobrança por excelência, sua agilidade nas correções e disponibilidade sempre que necessário foram fundamentais para a conclusão desse trabalho. No programa da pós-graduação, não fui o melhor orientado, mas tenho a certeza de que tive o melhor orientador.

Agradeço ao Prof. Dr. André Pimenta Freire, da UFLA, e ao Prof. Dr. Rodrigo Maximiano Antunes de Almeida, da UNIFEI, pelas valiosas contribuições no exame de qualificação e na defesa, as quais enriqueceram grandemente essa dissertação com seus apontamentos.

Aos meus familiares, que sempre me apoiaram e incentivaram a continuar, em especial a minha companheira Daniela Teotônio e aos meus filhos, Arthur e Zaya. Sem o apoio de vocês eu teria desistido no meio do caminho. À minha mãe, Aparecida, que hoje não está mais entre nós, mas tenho certeza de que está vibrando onde quer que esteja e me iluminou muito nessa caminhada.

Aos estudantes que participaram do teste de usabilidade voluntariamente, muito obrigado! Sem vocês essa pesquisa não seria possível. Ao meu grande amigo do curso de Física do IFMG campus Bambuí, Phelipe Júnior de Góis, pelas constantes palavras de incentivo e sempre me apoiando para que eu não desistisse e fosse em busca de conhecimento.

Agradeço ao Felipe Augusto Feichas, egresso do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Computação, que desenvolveu a PGE-UML e me auxiliou incondicionalmente na condução do teste de usabilidade e avaliação da UX da ferramenta.

Agradeço a todos os professores do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia da Computação da UNIFEI, pelos aprendizados e conhecimentos

transmitidos, os quais tornaram possíveis a realização deste sonho. Aos servidores do IMC, que me receberam gentilmente e auxiliaram na aplicação do estudo de caso desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada. Muito obrigado e minha eterna gratidão a todos vocês!

*“Que tamanho tem o universo?  
O universo tem o tamanho do seu mundo.  
Que tamanho tem o meu mundo?  
Tem o tamanho dos seus sonhos.”*

Augusto Cury

---

# RESUMO

A *Unified Modeling Language* (UML) é uma linguagem baseada em diagramas amplamente utilizada para modelar sistemas. Composta por 14 modelos, a UML permite visualizar, documentar e especificar *software*. Devido ao alto grau de abstração envolvido em seu estudo, algumas pesquisas têm se dedicado ao desenvolvimento de ferramentas e técnicas que auxiliem os professores e motivem os estudantes no que tange ao estudo da UML. A gamificação se apresenta como uma alternativa, buscando engajar e aumentar o interesse dos estudantes na aprendizagem, utilizando elementos de jogos. Tendo em vista essa realidade, a plataforma gamificada PGE-UML foi desenvolvida, em uma pesquisa anterior, para essa finalidade. A ferramenta disponibiliza assuntos da UML para os estudantes, de maneira pedagógica e motivacional. Tão importante quanto o desenvolvimento de ferramentas pedagógicas inovadoras, se faz a avaliação da usabilidade desses recursos. Este trabalho avaliou a usabilidade da plataforma gamificada PGE-UML por meio de um teste de usabilidade e a experiência do usuário (UX) foi avaliada por meio de entrevistas. Participaram do estudo 14 discentes voluntários de cursos da área de computação da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), matriculados em disciplinas de engenharia de *software*. Os resultados apontaram boa usabilidade para a PGE-UML, com sua avaliação alcançando 86,07 pontos no questionário *System Usability Scale* (SUS). As entrevistas e a ferramenta *Microsoft Clarity*, utilizada na avaliação da UX, apontaram boa experiência dos usuários em relação ao uso da PGE-UML. Embora as descobertas tenham sido positivas, alguns problemas foram encontrados e sugestões de melhorias foram propostas. Esta pesquisa contribui para a comunidade acadêmica no que tange à importância da avaliação de plataformas gamificadas voltadas ao ensino.

**Palavras-chave:** UML, PGE-UML, avaliação de *software*, teste de usabilidade.

---

# ABSTRACT

The Unified Modeling Language (UML) is a diagram-based language widely used to model systems. Comprising 14 models, UML enables software to be visualized, documented, and specified. Due to the high degree of abstraction involved in its study, some research has been dedicated to developing tools and techniques to help teachers and motivate students when it comes to studying UML. Gamification is an alternative approach that aims to engage students and increase their interest in learning by incorporating game elements. Given this reality, the gamified platform PGE-UML was developed in a previous research project for this purpose. The tool makes UML topics available to students in a pedagogical and motivational way. Just as important as developing innovative teaching tools is evaluating the usability of these resources. This study evaluated the usability of the PGE-UML gamified platform through a usability test, and the user experience (UX) was assessed via interviews. Fourteen volunteer students from computer science courses at the Federal University of Itajubá (UNIFEI), enrolled in software engineering subjects, took part in the study. The results showed good usability for PGE-UML, with its evaluation reaching 86.07 points on the System Usability Scale (SUS) questionnaire. The interviews and the Microsoft Clarity tool used in the UX evaluation indicated good user experience with the use of PGE-UML. Although the findings were positive, some issues were identified, and suggestions for improvement were proposed. This research contributes to the academic community by highlighting the importance of evaluating gamified platforms for teaching purposes.

**Keywords:** UML, PGE-UML, software evaluation, usability testing.

---

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de qualidade interna e externa. Fonte: ABNT ISO/IEC FCD 9126-1 (2003).....	24
Figura 2. Dinâmica da pesquisa. Fonte: O autor. ....	28
Figura 3. Tela de cadastro de primeiro acesso à PGE-UML. Fonte. PGE-UML (2023). .....	39
Figura 4. Acesso à PGE-UML. Fonte: PGE-UML (2023). ....	39
Figura 5. Quantidade de usuários testados versus problemas de usabilidade encontrados. Fonte: Nielsen Norman Group (2000).....	40
Figura 6. Exemplo de mapa de calor de clique criado com a ferramenta de pesquisa <i>Microsoft Clarity</i> na PGE-UML. Fonte: <i>Microsoft Clarity</i> .....	47
Figura 7. Componentes de usabilidade de acordo com a ISO 9241-11. Fonte: Norma ISO 9241-11. ....	49
Figura 8. Distribuição da pontuação da escala SUS. Fonte: Sauro e Lewis (2016). .	53
Figura 9. Mapa de calor da tela inicial da PGE-UML. Fonte: Microsoft Clarity. ....	65
Figura 10. Mapa de calor da tela inicial da trilha “Introdução à UML”. Fonte: Microsoft Clarity. ....	66
Figura 11. Pontuação de desempenho de acordo com as métricas LCP, INP e CLS. Fonte: <i>Microsoft Clarity</i> . ....	67
Figura 12. Tempo gasto na tarefa 1 por participante. Fonte: O autor.....	69
Figura 13. Tempo gasto na tarefa 2 por participante. Fonte: O autor.....	70
Figura 14. Tempo gasto na tarefa 3 por participante. Fonte: O autor.....	70
Figura 15. Tela apresentada na conclusão das fases da PGE-UML. Fonte: PGE-UML.....	71
Figura 16. Local de acesso do <i>ranking</i> . Fonte: PGE-UML. ....	73
Figura 17. Tempo gasto na tarefa 4 por participante. Fonte: O autor.....	73
Figura 18. Tempo gasto na tarefa 5 por participante. Fonte: O autor.....	74
Figura 19. Tempo total no sistema (tempo de erros + tempo útil). Fonte: O autor. ...	75
Figura 20. Quantidade de cliques e média de cliques/minuto por participante. Fonte: O autor .....	76
Figura 21. Questão 1 da fase Paradigma de desenvolvimento OO com parte oculta. Fonte: PGE-UML.....	77

Figura 22. Questão 1 da fase Paradigma de desenvolvimento OO com a parte que estava oculta (Figura 22) à mostra. Fonte: PGE-UML. ....	78
Figura 23. Disposições do <i>ranking</i> . Fonte: PGE-UML.....	78
Figura 24. Disposição do botão perfil. Fonte: PGE-UML.....	80
Figura 25. Barra de carregamento pergunta 1, fase Introdução à UML. Fonte: PGE-UML.....	82
Figura 26. Barra de carregamento pergunta 2, fase Introdução, da trilha Introdução à UML. Fonte: PGE-UML. ....	82
Figura 27. Disposição das trilhas na tela: Fonte: PGE-UML. ....	83
Figura 28. Pontuação SUS pelos grupos separados por idade relacionada à pontuação geral da escala SUS. Fonte: O autor. ....	90

---

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Atributos de facilidade de uso. Fonte: Sommerville (2003). .....	23
Quadro 2. <i>Strings</i> de busca utilizadas em cada base de dados. Fonte: O autor. ....	27
Quadro 3. Critérios de exclusão. Fonte: O autor. ....	28
Quadro 4. Métodos adotados por trabalho selecionado (continua). Fonte: O autor ..	29
Quadro 5. Atividades de um teste de usabilidade. Fonte: Uehara (2022). ....	36
Quadro 6. Requisitos funcionais da PGE-UML do perfil dos estudantes. Fonte: Feichas (2022). ....	38
Quadro 7. Tarefas do teste de usabilidade. Fonte: O autor. ....	42
Quadro 8. Atributos de usabilidade <i>versus</i> questão no questionário SUS. Fonte: Tenório (2011, p. 99). ....	46
Quadro 9. Pontuação da escala SUS por participante. Fonte: O autor. ....	52
Quadro 10. Respostas das questões 5, 6 e 8 por participante. Fonte: O autor. ....	54
Quadro 11. Respostas questões 1, 4 e 9 por participante. Fonte: O autor. ....	55
Quadro 12. Respostas da questão 6 por participante. Fonte: O autor. ....	55
Quadro 13. Respostas da questão 2 por participante. Fonte: O autor. ....	56
Quadro 14. Respostas das questões 3, 4, 7 e 10 por participante. Fonte: O autor. ...	56
Quadro 15. Respostas da questão aberta inserida no final do questionário SUS, com respectivas pontuações (continua). Fonte: O autor. ....	57
Quadro 16. Respostas da questão 1 (continua). Fonte. O autor. ....	59
Quadro 17. Quantidade de cliques, tempo total no sistema, pontuação SUS e média de cliques/minuto, por participante, classificado na escala “melhor imaginável”. Fonte: O autor. ....	79
Quadro 18. Quantidade de cliques, tempo total no sistema, pontuação SUS e média de cliques/minuto, por participante, classificado na escala “excelente”. Fonte: O autor. ....	80
Quadro 19: Resumo dos problemas encontrados. Fonte: O autor. ....	84

---

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AMD** - *Advanced Micro Devices*

**CEP** – Código de Endereçamento Postal

**CLS** – *Cumulative Layout Shift*

**GB** – Gigabyte

**GHz** - Gigahertz

**IHC** – Interação Humano-Computador

**IMC** – Instituto de Matemática e Computação

**INP** – *Interaction to Next Paint*

**LCP** – *Largest Contentful Paint*

**OO** – Orientado a Objetos

**PGE-UML** – Plataforma Gamificada para o Estudo da UML

**RAM** – *Random Access Memory*

**SUS** – *System Usability Scale*

**TAM** – Modelo de Aceitação de Tecnologia

**TIC** – Tecnologia da Informação e Comunicação

**UML** – *Unified Modeling Language*

**UNIFEI** – Universidade Federal de Itajubá

**UX** - *User eXperience*

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivos .....	17
1.3 Organização do trabalho .....	17
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 O processo de aprendizagem .....	19
2.2 Gamificação na educação .....	20
2.3 A UML .....	21
2.4 Usabilidade e experiência do usuário.....	23
2.5 Estado da arte .....	26
<b>CAPÍTULO 3 - MÉTODO</b> .....	<b>33</b>
3.1 Tipo de investigação da pesquisa .....	33
3.2 Instrumentos utilizados.....	34
3.3 A plataforma gamificada PGE-UML .....	37
3.4 Cenário e sujeitos da pesquisa .....	40
3.5 Operacionalização da pesquisa .....	41
3.5.1 Definição das tarefas a serem executadas no teste.....	41
3.5.2 Coleta dos dados .....	44
3.5.3 Teste piloto.....	48
3.6 Análise dos dados .....	48
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
4.1 Avaliação SUS .....	51
4.2 Entrevistas.....	58
4.3 Uso da ferramenta <i>Microsoft Clarity</i> na avaliação .....	64
4.4 Gravação do teste de usabilidade .....	68
4.5 Relato sobre os resultados.....	81
4.6 Discussão.....	85

4.7 Ameaças à validade .....	91
<b>CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>93</b>
5.1 Conclusão .....	93
5.2 Contribuições .....	94
5.3 Trabalhos futuros .....	95
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE A: ROTEIRO DE APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE C: ROTEIRO DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO SUS .....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DOS PARTICIPANTES DO TESTE DE USABILIDADE .....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE F: ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE G: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....</b>	<b>117</b>

---

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

Com o crescente desenvolvimento e uso de tecnologias em vários setores da sociedade e, conseqüentemente, na educação, professores assumem cada vez mais o papel autoral face ao uso destes mecanismos no âmbito educacional, além da busca constante por alternativas que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem. Bastos e Almeida (2020) explanam que imaginar a aplicação de novas tecnologias para melhorar a vida das pessoas é pensar no seu uso na educação, exigindo dos professores conhecimento acerca das disciplinas, programas e materiais.

De acordo com Scapini *et al.* (2021), a tecnologia da informação está presente no contexto educacional em todos os seus níveis. Os autores asseveram que o ambiente educacional vem se tornando cada dia mais um espaço de aprendizado autônomo e as tecnologias no processo de aprendizagem colaboram para fortalecer essa autonomia. Isso posto, 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). Por isso, as ferramentas tecnológicas educacionais devem ser estudadas e aprimoradas para melhor 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.

Em cursos relacionados ao ensino superior de computação, alguns conteúdos são considerados abstratos e de difícil entendimento pelos discentes. Na área da modelagem de *software*, a *Unified Modeling Language* (UML), linguagem gráfica para modelar sistemas, é amplamente difundida, sendo utilizada em variados contextos. Salmon (2017) explica que, quando utilizada de maneira correta, a UML é capaz de acelerar e auxiliar a reconhecer os problemas no desenvolvimento de *software*, 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. O autor ainda aponta pesquisas anteriores que indicam que alunos iniciantes no ramo da computação possuem dificuldades na aplicação e na compreensão dos conceitos de orientação a objetos. Considera, ainda, que eles devem ser ensinados e aprendidos de maneira completa, exata e consistente, pois qualquer lacuna na aprendizagem desse paradigma pode trazer consequências irreparáveis para a formação do aluno.

Laroza e Seabra (2015) ressaltam que com base na sua importância, é fundamental o ensino da UML nos cursos de computação e afins. Na mesma linha, Azevedo (2021) e Bernardi e Cordenonsi (2024) asseveram que, atualmente, a UML é amplamente utilizada tanto pela indústria quanto trabalhada em sala de aula.

Face a essa realidade, em uma pesquisa recente, Feichas (2022) desenvolveu 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 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 essas ferramentas atendem as suas necessidades de uso.

Frezato *et al.* (2023) defendem que embora a gamificação apresente vários pontos positivos, principalmente 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 voltados 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 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 contextos que mais tem se beneficiado com a gamificação é o educacional, sobretudo 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).

A área da computação dedicada a este estudo é a Interação Humano-Computador (IHC), que, segundo Costa e Ramalho (2010), trata-se de um ramo interdisciplinar que compreende os seguintes ramos: Ciência da Computação, Ciência Cognitiva, Sociologia, Linguística, Engenharia de *Software* e Psicologia. Dentro da IHC, encontra-se o estudo da usabilidade.

Pressman (1995) define usabilidade como sendo a facilidade de uso, uma medida de qualidade do *software*: “Se um programa não for ‘amigo do usuário’ frequentemente estará destinado ao fracasso, mesmo que as funções que ele execute sejam valiosas” (PRESSMAN, 1995, p. 71). A usabilidade é “a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ISO/IEC 9241-11: 2002, p. 3). Para Atiya (2021), a usabilidade é um atributo de qualidade que avalia a facilidade do uso da interface do usuário. Lewis e Sauro (2021) discorrem que a usabilidade está ligada intimamente com a UX, embora não a abranja por completo. Para esses autores, a usabilidade enfatiza as métricas contidas na ISO 9241-11 (eficácia, eficiência e satisfação do usuário), já a UX considera fatores emocionais, contextuais e estéticos que influenciam o usuário durante o uso do sistema.

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. Essa pesquisa, portanto, teve como objetivo avaliar a usabilidade da plataforma *web*

---

gamificada desenvolvida por Feichas (2022), que visa apoiar o estudo da UML em cursos de graduação em computação.

## 1.1 Justificativa

Em uma sociedade na qual a utilização da Tecnologia da Informação está cada dia mais presente no cotidiano das pessoas, é de se esperar que todos os setores, incluindo a educação, façam uso dessa ascensão.

Em cursos da área da computação, muitas disciplinas tratam de tópicos abstratos, logo a criação de ferramentas e recursos para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem se apresenta como um caminho. Disciplinas relacionadas às áreas de Desenvolvimento e Engenharia de *Software* são repletas desses assuntos.

Desenvolver um *software* não é tarefa simples. Existem ferramentas que auxiliam na modelagem e na documentação do desenvolvimento, sendo a UML uma delas. A linguagem possui elementos básicos que auxiliam na modelagem orientada a objetos, tais como classes, casos de uso e diagramas que auxiliam a representar e entender um sistema (BARROS, 2008).

O estudo da UML em cursos relacionados à computação, especialmente nas disciplinas de Engenharia de *Software*, é bastante comum. Azevedo *et al.* (2019) explanam que as dificuldades de os alunos aprenderem e assimilarem o conteúdo da modelagem de sistemas com diagramas da UML têm sido dominantes em diversos estudos. Laroza e Seabra (2015) apontam que pesquisas já realizadas (TANAKA, 2011; RODRIGUES, 2012; CERA *et al.*, 2012) comprovam que o interesse de pesquisadores em projetos que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem da UML vem crescendo.

As dificuldades com a aprendizagem são corroboradas pelo trabalho de Henrique e Rebouças (2015), apontando que grande parte dos alunos considera disciplinas de programação e UML difíceis, mostrando a necessidade de desenvolver ferramentas que apoiem os discentes no processo de estudo dessas disciplinas.

Para auxiliar o estudo de disciplinas nas quais estudantes têm dificuldades, o desenvolvimento de tecnologias vem crescendo. Silva e Morais (2011) explanam

---

que existem diversos tipos de *software* educacional. A utilização da gamificação, por exemplo, nesse universo é crescente e se apresenta como uma alternativa, pois possui agregado grande valor pedagógico, além de permitir que o aluno tenha autonomia para aprender por meio de suas próprias interações com o ambiente (FEICHAS; SEABRA, 2023). Motivação, estratégia de resolução de problemas, interdisciplinaridade, participação ativa, socialização, desenvolvimento da criatividade e reforço do conteúdo são vantagens da gamificação quando utilizada na educação.

Diante do exposto e da importância de se avaliar a usabilidade de sistemas educacionais, essa pesquisa teve como principal contribuição avaliar a usabilidade da PGE-UML, identificando possíveis falhas e apontando melhorias legítimas.

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a usabilidade de uma plataforma *web* gamificada, por meio de um estudo empírico, utilizada para apoiar o estudo da UML em cursos de graduação. A avaliação teve por objetivo verificar o nível de usabilidade apresentado pela ferramenta, de acordo com o ponto de vista de discentes que utilizaram o ambiente em um teste de usabilidade.

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- Definir um modelo de avaliação de usabilidade a ser utilizado no estudo empírico;
- Planejar e conduzir o estudo empírico para avaliar a usabilidade da plataforma PGE-UML;
- Identificar os principais problemas e propor melhorias para a plataforma avaliada.

## 1.3 Organização do trabalho

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos, como segue:

- Capítulo 1 – apresenta a introdução e a justificativa para o desenvolvimento do trabalho, seus objetivos e sua forma de organização;
- Capítulo 2 – discute a revisão bibliográfica no que se refere à aplicação da gamificação no ensino, bem como a avaliação da usabilidade de sistemas educativos, além de apresentar o estado da arte sobre métodos de avaliação da usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas;
- Capítulo 3 – apresenta o método aplicado à pesquisa, incluindo o planejamento do estudo realizado, a coleta de dados e os detalhes de sua execução;
- Capítulo 4 – discorre sobre os resultados com base na avaliação da plataforma PGE-UML;
- Capítulo 5 – finaliza o trabalho com as conclusões da pesquisa e as sugestões de estudos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que subsidiaram o embasamento teórico desta pesquisa.

---

# Capítulo 2

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 2.1 O processo de aprendizagem

Desde a antiguidade, vários teóricos do ramo da educação já apresentavam preocupação com a forma de aprender, pesquisando metodologias que auxiliassem esse processo. Azevedo e Maltempi (2020) afirmam que, no Brasil, Paulo Freire foi pioneiro nessa busca, propondo que a formação do aluno deve partir da vivência da investigação e da exploração. Segundo os autores, esse pensamento rompe com a ideia de que a aprendizagem consiste em conteúdo, exemplos e exercícios, dando espaço para a experimentação do discente. Outros fatores incluem a motivação, como um componente fundamental no desempenho em sala de aula e na aprendizagem (CAMARGO *et al.*, 2020), e a metodologia de ensino adotada pelo docente, que pode influenciar diretamente o processo de aprendizagem (PAIVA; SILVA, 2015).

Com os desafios que permeiam o processo de ensino e aprendizagem, a tecnologia se apresenta para contribuir com essa experiência, buscando auxiliar nas metodologias utilizadas pelos professores e na aprendizagem discente. Leite e Ribeiro (2012) asseveram que a tecnologia da informação na educação permite a distribuição social do conhecimento.

Moran *et al.* (2006) enfatizam que a revolução tecnológica conseguiu adentrar às salas de aula, de fato, apenas nos anos 2000. Os autores atribuem tal fato à popularização dos aparelhos tecnológicos, como *smartphones* e *tablets*, combinados com acesso à Internet mais rápida e de melhor qualidade. A partir dessa década, os dispositivos tecnológicos tornaram-se fortes aliados ao trabalho dos professores, seja na preparação, no desenvolvimento das aulas ou na avaliação, potencializando o uso da tecnologia no processo de aprendizagem (SILVA *et al.*, 2014). Com essa revolução, que aconteceu em todos os níveis de ensino, foram surgindo novas

tendências e correntes pedagógicas, buscando a utilização de recursos tecnológicos dentro e fora das salas de aula, procurando apoiar o processo de aprendizagem. Os autores citados elencam as principais vantagens do uso de tecnologia no processo educacional: amplia o acesso à educação; facilita a comunicação; auxilia a automatização dos processos de gestão escolar; estimula a troca de experiências; facilita o diálogo entre docentes e discentes; disponibiliza novas formas de interação; melhora o ambiente de aprendizagem; e possibilita a continuidade de aprendizagem fora da sala de aula. Os autores ainda destacam que é preciso tornar a escola um espaço vivo, agradável e estimulante, e isso se faz possível com metodologias participativas, fazendo com que os estudantes se tornem pesquisadores ativos, com aulas mais centradas em projetos e não em conteúdo pronto, e atividades em outros ambientes que não sejam estritamente a sala de aula.

Pacheco *et al.* (2017) defendem que o uso de tecnologia pelos aprendizes facilita a compreensão de assuntos simples e complexos, permitindo o acompanhamento e a participação da evolução tecnológica. Os autores ainda elencam que com o auxílio de celulares, é possível que os professores consigam desenvolver aulas práticas em conhecimentos e motivantes aos alunos, embora a adoção dessas tecnologias ainda seja desafiadora.

Outra maneira de utilização da tecnologia na educação é por meio da gamificação. Devido aos benefícios dessa abordagem na educação, variados autores têm pesquisado sobre o tema, buscando aplicar os conceitos 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).

## 2.2 Gamificação na educação

Na educação, a utilização da gamificação atualmente é bem-vinda. Segundo Majuri *et al.* (2018), há formas variadas de incorporar interações lúdicas em contextos educacionais, levando a terminologias variadas para a abordagem, por exemplo, jogos sérios, *edugames* ou jogos para 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, no jogador, reações emocionais que podem o instruir 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, mesmo que 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.

## 2.3 A UML

Tanaka (2011) assevera que a UML é uma ferramenta que auxilia o bom entendimento e a modelagem de um *software*, proporcionando, dessa forma, melhor comunicação entre todos os indivíduos envolvidos no processo de desenvolvimento. Por meio da UML, pode-se compreender todos os processos do *software*. Há sistemas em que os fluxos são complexos e nem sempre é uma única pessoa que desenvolve. Para minimizar esses problemas, as especificações devem ser corretas, de modo que qualquer pessoa envolvida possa compreender o que deve fazer, de maneira clara e objetiva, facilitando também a comunicação para a resolução dos problemas.

Leung e Bolloju (2005) explicam que os processos convencionais de desenvolvimento de *software* consistem, basicamente, em quatro fases: análise,

---

projeto, implementação e manutenção. Durante a fase de análise, os profissionais procuram construir modelos conceituais, visando representar os requisitos do *software* a ser desenvolvido, sendo que a linguagem UML é amplamente utilizada nesta fase. Dessa forma, para garantir o sucesso no desenvolvimento de *software*, é necessário que todos os envolvidos nesse processo tenham conhecimento da ferramenta de modelagem utilizada. Pereira (2011) argumenta que para um entendimento correto da modelagem, é preciso especificar cada detalhe. Para isso, a linguagem adotada precisa ter semântica e regras bem precisas e definidas.

Considerando a importância da modelagem no processo de desenvolvimento de *software*, os cursos 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*. A UML possui 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 alunos 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 deixar esse processo mais atrativo aos discentes.

Geller e Meneses (2021) explanam que a UML, em sua versão mais recente, possui 14 diagramas utilizados para representar aspectos estáticos e comportamentais de um sistema. Em sua pesquisa, Leung e Bolloju (2005) identificaram as principais falhas na construção desses diagramas, a saber: erros de cardinalidade, redundância de atributos, hierarquias e operações. Os autores ainda destacam a importância da análise desses erros, para, assim, servir de apoio para o aprendizado do tema.

Siau e Loo (2006) destacam que os estudantes possuem dificuldades para entender a semântica da UML com precisão, especialmente iniciantes em engenharia de *software*. Os discentes têm dúvidas quanto à escolha de determinado diagrama, além de apresentarem confusão no que tange a determinados relacionamentos da UML.

## 2.4 Usabilidade e experiência do usuário

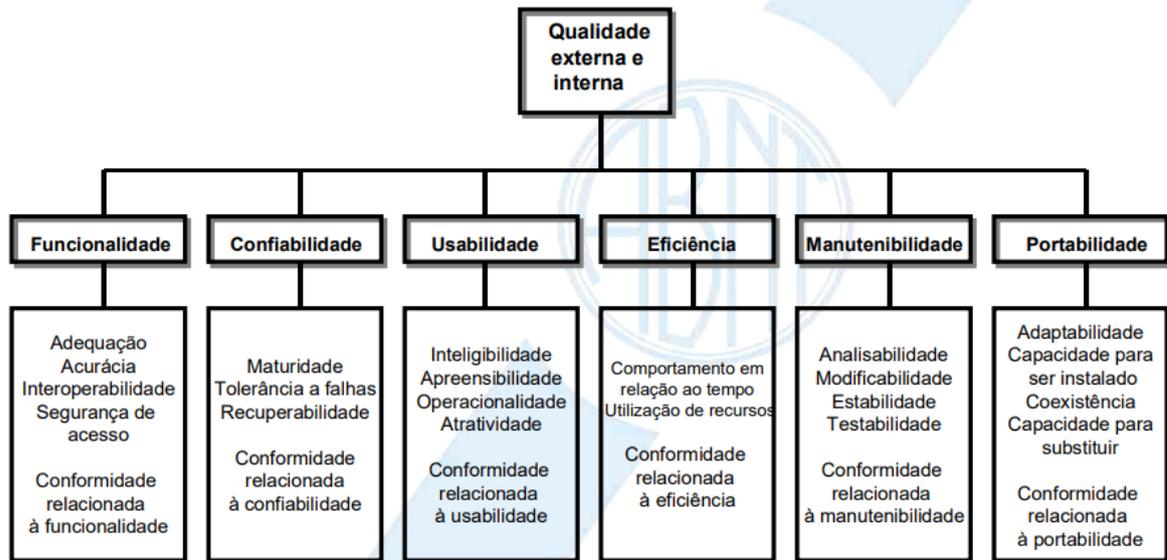
Gonçalves (2009) aponta que, inicialmente, o termo usabilidade começou a ser utilizado na ciência cognitiva, em meados dos anos 80. O termo usabilidade remetia à expressão *user-friendly* (amigável). A ISO/IEC 9241-11 (2002) define usabilidade como um atributo do produto, sendo este a capacidade de o mesmo ser mais fácil de usar. Quanto maior a usabilidade, mais fácil é o seu uso. “Usabilidade é a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ISO/IEC 9241-11:2002).

Na ciência da computação, a usabilidade remete à facilidade de uso do *software*. Um dos pontos chave da usabilidade de sistemas é a avaliação da interface. Sommerville (2003) discorre que ao analisar a interface de um sistema, caso se conclua que este possui facilidade de uso, ele tende a atender melhor a usabilidade. O autor elenca atributos de facilidade de uso que devem, obrigatoriamente, serem analisados ao se avaliar a interface de um *software*. O Quadro 1 exemplifica tais atributos, segundo Sommerville (2003).

**Quadro 1.** Atributos de facilidade de uso. Fonte: Sommerville (2003).

<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>
Facilidade de aprendizado	Quanto tempo leva um novo usuário para se tornar produtivo com o sistema?
Velocidade de operação	Em que grau a resposta do sistema combina com a prática de trabalho do usuário?
Robustez	Qual é o nível de tolerância do sistema aos erros dos usuários?
Facilidade de recuperação	Com que eficiência o sistema se recupera a partir de erros cometidos pelos usuários?
Facilidade de adaptação	Até que ponto o sistema está integrado a um único modelo de trabalho?

De acordo com a ISO/IEC FCD 9126-1 (2003), a usabilidade está inserida nas qualidades internas e externas e remete à capacidade de o *software* ser aprendido, operado, atraente ao usuário e compreendido, em condições específicas dos usuários. A Figura 1 exemplifica o modelo de qualidade interna e externa definido pela ISO/IEC FCD 9126-1 (2003).



**Figura 1.** Modelo de qualidade interna e externa. Fonte: ABNT ISO/IEC FCD 9126-1 (2003).

Percebe-se que há outros atributos dentro do quesito de usabilidade, que segundo a ISO/IEC FCD 9126-1 (2003) são:

- **Inteligibilidade:** Característica de o *software* permitir que o usuário compreenda se o *software* cumpre e é apropriado para as tarefas as quais ele se propõe;
- **Apreensibilidade:** Capacidade de o *software* possibilitar que sua aplicação seja realmente entendida pelo usuário;
- **Operacionalidade:** Capacidade de o *software* possibilitar seu controle e operação por parte do usuário;
- **Atratividade:** Capacidade de o *software* ser atraente ao usuário.

Por sua vez, Nielsen (1993) assevera que a usabilidade de um sistema está associada aos seguintes requisitos: ser eficiente, ser fácil de aprender, ter facilidade em memorizá-lo, apresentar poucos erros e satisfazer o usuário. Dias (2007) define os significados para os atributos de usabilidade elencados por Nielsen (1993).

**“Facilidade de aprendizado:** o sistema deve ser fácil de aprender, de tal forma que o usuário consiga rapidamente explorá-lo e realizar suas tarefas com ele;

**Eficiência de uso:** o sistema deve ser eficiente a tal ponto de permitir que o usuário, tendo aprendido, a interagir com ele, atinja níveis altos de produtividade na realização de suas tarefas;

**Facilidade de memorização:** após um certo período sem utilizá-lo, o usuário não frequente é capaz de retornar ao sistema e realizar suas tarefas sem a necessidade de reaprender como interagir com ele;

**Baixa taxa de erros:** em um sistema com baixa taxa de erros, o usuário é capaz de realizar tarefas sem maiores transtornos, recuperando erros, caso ocorram;

**Satisfação:** o usuário considera agradável a interação com o sistema e se sente subjetivamente satisfeito com ele.” (DIAS, 2007, p. 29).

Considerando os atributos elencados, Gonçalves (2009) aponta que a usabilidade está ligada intimamente com a interface do usuário, e se relaciona com outros fatores, tais como: eficiência, memorização, apresentação de poucos erros, acessível e facilidade de aprendizado. Segundo Cybis *et al.* (2007), para atender a usabilidade, os seguintes aspectos devem ser satisfeitos: utilidade, usabilidade, *design* de interação e experiência do usuário.

Vlachogianni e Tselios (2020) esclarecem que a usabilidade está ligada intimamente com a eficácia de sistemas educacionais e apontam que o campo da tecnologia educacional necessita de uma cultura generalizada de usabilidade, pois a usabilidade percebida pelos alunos afeta diretamente a experiência da aprendizagem, sendo um dos fatores primordiais para a adoção bem-sucedida de um *software* na educação. Os autores apontam que se a interface do sistema é mais fácil de usar, os alunos utilizarão o sistema com mais frequência, caso contrário, poderão passar mais tempo tentando aprender a interface do que aprendendo, de fato, o conteúdo.

Durante o processo de interação, os usuários formam experiências na forma de respostas emocionais, sejam elas positivas ou negativas. O termo “experiência do usuário” vem do inglês *User eXperience* (UX). Albert e Tullis (2023) apontam que a experiência do usuário possui três características principais: um usuário está envolvido (um ser humano); esse usuário está interagindo com um sistema, produto ou qualquer interface; e ser mensurável, isto é, a experiência do usuário precisa ser observável e mensurável. Os autores discorrem que o termo experiência do usuário, embora confundido por muitos, é diferente de usabilidade. Usabilidade é considerada a habilidade de o usuário usar o produto e realizar uma tarefa com sucesso. Já a experiência do usuário possui uma visão mais ampla, abrangendo

---

toda interação do indivíduo com o produto, bem como os pensamentos, sentimentos e percepções que resultam dessa interação.

De acordo com Hassan e Galal-Edeen (2017), a usabilidade e a experiência do usuário se completam. Os autores ressaltam que o conceito de usabilidade está relacionado ao desenvolvimento de um produto que seja fácil de usar, eficaz, eficiente e fácil de lembrar. Já a concepção da experiência do usuário está ligada na projeção de um produto que seja satisfatório, agradável, divertido, interessante, útil, motivador, esteticamente agradável, que apoie a criatividade e que seja gratificante emocionalmente.

Hassenzahl (2003) defende que um produto possui dois atributos: pragmático e hedônico. O primeiro atributo representa a capacidade de o produto fornecer aos usuários as necessidades relacionadas às tarefas e aos objetivos comportamentais (usabilidade). O atributo hedônico abrange a capacidade de o produto fornecer ao usuário necessidades que não estão relacionadas às tarefas em si (identificação e estimulação). Dessa forma, o autor conclui que o aspecto pragmático – a usabilidade – é um componente da experiência do usuário.

Maia *et al.* (2020) relatam que a UX e a usabilidade podem apresentar algumas críticas, sendo uma delas a imprecisão. Esse juízo, segundo os autores, se dá pelo fato de existir dificuldade na definição absoluta de UX. No entanto, a avaliação tanto da usabilidade quanto da UX é necessária para melhorar a qualidade dos produtos de software.

## 2.5 Estado da arte

Esta dissertação abrangeu a realização de um estudo de mapeamento sistemático, buscando identificar métodos de avaliação da usabilidade utilizados na avaliação de ferramentas educacionais gamificadas (MENEZES; SEABRA, 2023).

Petersen *et al.* (2015) destacam que o mapeamento sistemático tem a característica de trabalhar com questões gerais de pesquisa, permitindo mapear resultados de estudos primários sobre determinado tema, bem como identificar possíveis lacunas a serem preenchidas. Desta forma, a escolha deste método de pesquisa se justifica, considerando que o mapeamento conduzido buscou pesquisar,

identificar e mapear trabalhos primários sobre a avaliação da usabilidade de ferramentas de ensino gamificadas.

O mapeamento foi conduzido com base nos protocolos de Petersen *et al.* (2008; 2015) e inspirado pela pesquisa de Pereira *et al.* (2021), abordando questões de interesse, protocolos de busca, seleção, classificação e extração de dados. O mapeamento foi realizado sem limitação temporal, sendo catalogados estudos até fevereiro de 2023, data em que o mapeamento foi finalizado para posterior publicação de seus resultados. A pesquisa foi conduzida com base na busca de trabalhos relacionados em quatro bases de dados: *Scopus*, *ACM Digital Library*, *Web of Science* e *IEEE Xplore*. A pesquisa foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2023. Dyba *et al.* (2007) ressaltam que a utilização de bibliotecas digitais combinadas com duas bases de dados de indexadores pode ser suficiente. Isso posto, é válido destacar que as referidas bases de dados possuem grande número de artigos, em especial relacionados à computação.

De acordo com Napoleão (2019), a definição da *string* de busca é um passo importante em mapeamentos sistemáticos. A autora destaca que ela deve ser formada por termos específicos relacionados ao tema da pesquisa e necessita da combinação de sinônimos, variações e correlatos, potencializando o alcance de trabalhos inerentes ao tópico investigado.

O Quadro 2 apresenta as expressões de busca utilizadas em cada uma das bases de dados pesquisadas. Foram considerados dois critérios de inclusão aplicados no mapeamento sistemático conduzido, a saber: (i) trabalhos que avaliaram a usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas; (ii) a ferramenta educacional foi avaliada quando utilizada para fins educacionais.

**Quadro 2.** *Strings* de busca utilizadas em cada base de dados. Fonte: O autor.

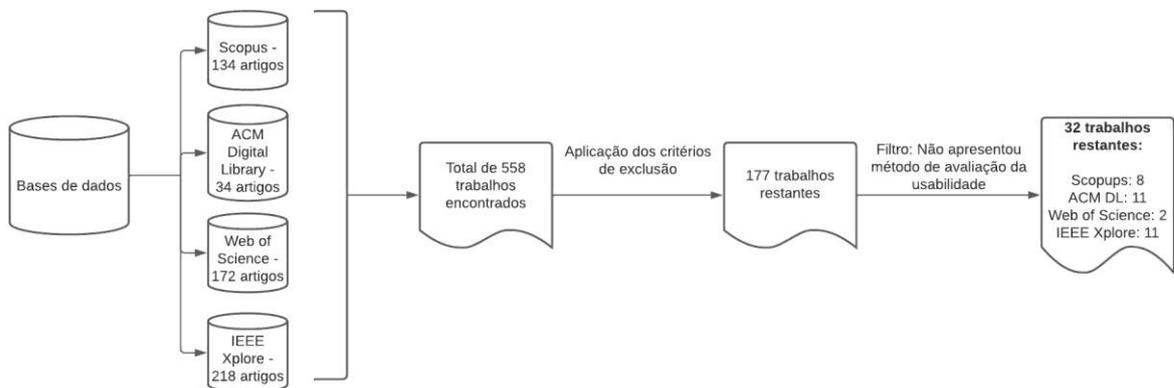
Base de dados	<i>String</i> de busca utilizada
<b>Scopus</b>	("usability" OR "facility of use") AND ("teaching platform" OR "educational software" OR "educational tool" OR "teaching tool" OR "pedagogical software") AND ("gamification" OR "game")
<b>ACM Digital Library</b>	[[All: "usability"] OR [All: "facility of use"]] AND [[All: "teaching platform"] OR [All: "educational software"] OR [All: "teaching tool"] OR [All: "pedagogical software"]] AND [[All: "gamification"] OR [All: "game"]]
<b>Web of Science</b>	(((((ALL=(usability)) OR ALL=(facility of use))) AND ALL=(teaching platform)) OR ALL=(educational software)) OR ALL=(educational tool)) OR ALL=(teaching tool) OR ALL=(pedagogical software)) AND ALL=(gamification)) OR ALL=(game)
<b>IEEE Xplore</b>	("All Metadata":usability) OR ("All Metadata":facility of use) AND ("All Metadata":teaching platform) OR ("All Metadata":educational software) OR ("All Metadata":educational tool) OR ("All Metadata":teaching tool) OR ("All Metadata":pedagogical software) AND ("All Metadata":gamification) OR ("All Metadata":game)

O resultado da pesquisa retornou 558 trabalhos, distribuídos da seguinte forma nas bases de dados: *Scopus* – 134; *ACM Digital Library* – 34; *Web of Science* – 172 e *IEEE Xplore* – 218. Como o retorno de trabalhos foi extenso, foram aplicados critérios de exclusão, selecionando somente os artigos relevantes para o propósito do estudo (Quadro 3).

**Quadro 3.** Critérios de exclusão. Fonte: O autor.

Identificados	Descrição
<b>EX-01</b>	O trabalho não foi escrito nos idiomas inglês ou português.
<b>EX-02</b>	Não foi realizada qualquer avaliação de usabilidade.
<b>EX-03</b>	Trabalhos incompletos ou que não estejam disponíveis para <i>downloads</i> .
<b>EX-04</b>	<i>Abstracts</i> , relatórios técnicos, estudos secundários, apresentações ou revisões sistemáticas da literatura.
<b>EX-05</b>	Apesar de ter sido realizada uma avaliação da usabilidade, o trabalho não elencou qual o método de avaliação adotado.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, a quantidade de trabalhos foi reduzida para 177 artigos. Contudo, identificou-se que vários trabalhos apresentavam resultados de avaliação da usabilidade, mas não relatavam qual o método utilizado, nem como se deu a avaliação. Dessa forma, foi necessária a aplicação de outro filtro, visando a exclusão desses artigos. Após esse segundo filtro, restaram no total 32 trabalhos, que, por fim, foram lidos, em sua totalidade. A Figura 2 mostra a dinâmica de seleção dos trabalhos.



**Figura 2.** Dinâmica da pesquisa. Fonte: O autor.

O estudo de mapeamento sistemático realizado nesta pesquisa identificou três métodos principais de avaliação de usabilidade: escala SUS (*System Usability Scale*), teste com usuários e avaliação heurística. Embora esses sejam os mais utilizados no âmbito desta pesquisa, foram encontrados também métodos adaptados

por alguns autores (Quadro 4). Alguns trabalhos apresentaram mais de um método de avaliação de usabilidade na mesma pesquisa.

**Quadro 4.** Métodos adotados por trabalho selecionado (continua). Fonte: O autor.

Nº	Artigo	Método
1	AHMADI, N. <i>et al.</i> Engineering an Open-Web Educational Game Design Environment. In: 19 <sup>th</sup> Asia-Pacific Software Engineering Conference, p. 867-876, 2012.	Teste com usuários
2	ALAMI, D.; DALPIAZ, F. A gamified tutorial for learning about security requirements engineering. In: 25 <sup>th</sup> International Requirements Engineering Conference, p. 418-423, 2017.	Escala SUS
3	ANDERSON, P. E. <i>et al.</i> An extensible online environment for teaching data science concepts through gamification. In: 2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings, p. 1-8, 2014.	Teste com usuários
4	ANDRADE, P.; LAW, E. L-C. Can educational software support learning in the global north and south equally? A comparison case study. In: 34 <sup>th</sup> British HCI Conference, p. 294-305, 2021.	Escala SUS
5	ANDRADE, P. <i>et al.</i> Evaluating the effects of introducing three gamification elements in STEM educational software for secondary schools. In: Proceedings of the 32 <sup>nd</sup> Australian Conference on Human-Computer-Interaction, p. 220-232, 2020.	Escala SUS
6	BROWNE, K.; ANAND, C. Gamification and serious game approaches for introductory computer science tablet software. In: Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications, p. 50-57, 2013.	Escala SUS
7	CRUZ, B. <i>et al.</i> A mobile game to practice arithmetic operations reasoning. In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), p. 2003-2008, 2018.	Avaliação Heurística
8	GONZÁLEZ, C. S. <i>et al.</i> Inclusive educational software design with agile approach. In Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, p. 149–155, 2013.	Avaliação Heurística
9	GONZÁLEZ, C. <i>et al.</i> 2014. EMATIC: an inclusive educational application for tablets. In: Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction, p. 1-8, 2014.	Avaliação Heurística
10	IQUIRA, D. <i>et al.</i> Enhancing software engineering courses with a mobile gamified platform: results of a mixed approach. In: 2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), p. 534-537, 2021.	Avaliação Heurística
11	KAJIYAMA, T.; SATOH, S. An interactive exploration system that visually supports learning of country features. In: Proceedings of the 11 <sup>th</sup> International Conference on Interaction Design and Children, p. 292–295, 2012.	Teste com usuários
12	KHOSRAVI, H. <i>et al.</i> 2020. Development and adoption of an adaptive learning system: reflections and lessons learned. In: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, p. 58-64, 2020.	Teste com usuários e questionários <i>ad hoc</i>
13	LÓPEZ-PERNAS, S. <i>et al.</i> Escapp: a web platform for conducting educational escape rooms. IEEE Access, v. 9, p. 38062-38077, 2021.	Questionário <i>ad hoc</i>
14	MAQSOOD, S.; CHIASSON, S. Design, development, and evaluation of a cybersecurity, privacy, and digital literacy game for tweens. ACM Transactions on Privacy and Security, v. 24, n. 4, p. 1-37, 2021.	Questionário <i>ad hoc</i>
15	NAKAGAWA, F. H. <i>et al.</i> Inclusion of teaching slides in games: analysis of the efficiency, effectiveness and satisfaction. IEEE Latin America Transactions, v. 11, n. 6, p. 1372-1377, 2013.	Questionário ISO 9421-11
16	PAIVA, L. O. <i>et al.</i> To the next level! An exploratory study on the influence of user experience on the acceptance of a gamified learning platform. In: Proceedings of the 14 <sup>th</sup> International Conference on Computer Supported Education, p. 281-288, 2022.	Teste com usuários, Questionário AttrakDiff e

		Avaliação Heurística
17	PARACHA, S. <i>et al.</i> Design, development, and usability of a virtual environment on moral, social, and emotional leaning. <i>International Journal of Virtual and Personal Learning Environments</i> , v. 10, n. 2, p. 50-65, 2020.	Teste com usuários
18	POMBO, L.; MARQUES, M. M. Educational mobile augmented reality eduPARK game: does it improve students learning?. In: 15 <sup>th</sup> International Conference Mobile Learning, p. 19-26, 2019.	Escala SUS
19	PRATAMA, M. S. P. <i>et al.</i> Modeling reproductive health educational games for early childhood using goal-directed design. In: International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4 <sup>th</sup> International Conference on Computational Science and Information Management, p. 27-30, 2021.	Escala SUS
20	RAFFAELE, C. <i>et al.</i> An active tangible user interface framework for teaching and learning artificial intelligence. In: 23 <sup>rd</sup> International Conference on Intelligent User Interfaces, p. 535-546, 2018.	Questionário <i>ad hoc</i>
21	RINCON-FLORES, E. G. <i>et al.</i> Gamit! Interactive platform for gamification. In: IEEE Global Engineering Education Conference, p. 10-13, 2022.	Escala SUS
22	ROCHA, T. <i>et al.</i> Using game-based technology to enhance learning for children with learning disabilities: a pilot study. In: Proceedings of the 3 <sup>rd</sup> International Conference on Education and E-Learning, p. 89-94, 2019.	Teste com usuários e Avaliação Heurística
23	ROSSANO, V. <i>et al.</i> Math is magic: an adaptive serious game to reinforce math competences. In: Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, p. 162-166, 2021.	Teste com usuários e Questionário <i>ad hoc</i>
24	SHIM, J. <i>et al.</i> The effects of a robot game environment on computer programming education for elementary school students. <i>IEEE Transactions on Education</i> , v. 60, n. 2, p.164-172, 2017.	Questionário ISO 9241-11
25	SILVA JÚNIOR, J. N. <i>et al.</i> Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. <i>Education for Chemical Engineers</i> , v. 34, p. 106-114, 2021.	Escala SUS
26	SILVA JÚNIOR, J. N. <i>et al.</i> Interactions 500: design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding students in the review of intermolecular forces during the COVID-19 pandemic. <i>Journal of Chemical Education</i> , v. 97, n. 11, p. 4049-4054, 2020.	Escala SUS
27	SILVERVARG, A.; MANSSON, K. 2018. How do you introduce an agent? - The effect of introduction type on how a teachable agent is experienced by students. In: Proceedings of the 18 <sup>th</sup> International Conference on Intelligent Virtual Agents, p. 29-34, 2018.	Escala SUS
28	SOBRINO-DUQUE R. <i>et al.</i> Evaluating a gamification proposal for learning usability heuristics: Heureka. <i>International Journal of Human-Computer Studies</i> , v. 161, p. 102774, 2022.	Questionário TAM
29	TSOPRA, R. <i>et al.</i> AntibioGame®: a serious game for teaching medical students about antibiotic use. <i>International Journal of Medical Informatics</i> , v. 136, p. 104074, 2020.	Questionário MEEGA+
30	ZAKARIA N. S. <i>et al.</i> Assessing Ethoshunt as a gamification-based mobile app in ethics education: pilot mixed-methods study. <i>JMIR Serious Games</i> , v. 8, n. 3, 2020.	Escala SUS
31	WANG, A. I. <i>et al.</i> An evaluation of a mobile game concept for lectures. In: 21 <sup>st</sup> Conference on Software Engineering Education and Training, p. 197-204, 2008.	Escala SUS
32	WIHIDAYAT, E. S. <i>et al.</i> Learn arabic language app, mobile based application for self-directed learning. In: 4 <sup>th</sup> International Conference on Education and Technology, p. 13-17, 2018.	Questionário ISO 25010-11

No que se refere aos três principais métodos identificados, a escala SUS consiste em uma escala numérica de usabilidade, desenvolvida por Brooke (1996).

---

O método pode ser utilizado para avaliar uma gama de produtos, serviços, *hardware*, *software*, *websites* e aplicações com variados tipos de interfaces. O questionário utilizado pelo modelo se pauta em 10 questões com respostas baseadas em uma escala *Likert* de cinco pontos, variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”. Os critérios que a escala SUS avalia são: efetividade, eficiência e satisfação. Em geral, os benefícios observados com a aplicação da escala SUS são: facilidade de administração aos participantes; pode ser usado em amostras pequenas, com resultados confiáveis; pode efetivamente diferenciar sistemas utilizáveis e inutilizáveis.

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). Nesta categoria de testes, os objetivos da avaliação determinam quais critérios de usabilidade devem ser avaliados. Na prática, as medições acontecem a partir da realização, por usuários voluntários, de um conjunto de tarefas pré-determinadas, executadas em ambiente controlado, por exemplo, em um laboratório. Neste caso, registros sobre os desempenhos dos participantes são realizados durante as experiências de usos observadas. Os resultados de um teste com usuários devem descrever os objetivos e o escopo da avaliação, uma breve descrição do método de teste de usabilidade, o número e o perfil dos avaliadores e participantes, as tarefas executadas pelos participantes, tabelas e gráficos resumindo as medições realizadas e uma lista de problemas identificados.

A avaliação heurística é um método de inspeção direcionado à identificação de problemas de usabilidade, se apresentando como uma alternativa de avaliação rápida e de baixo custo se comparada a métodos empíricos (BARBOSA; SILVA, 2010). Tendo como base um conjunto de diretrizes, denominadas por Nielsen (1993; 1994) como heurísticas, o método envolve o julgamento de cada avaliador no que tange à severidade de problemas encontrados na interface avaliada, bem como sua prioridade em termos de correção. Em linhas gerais, as heurísticas de Nielsen são: visibilidade do estado do sistema; correspondência entre o sistema e o mundo real; controle e liberdade do usuário; consistência e padronização; reconhecimento em vez de memorização; flexibilidade e eficiência de uso; projeto estético e minimalista; prevenção de erros; ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros; ajuda e documentação.

Os trabalhos identificados apresentaram diversas ferramentas de ensino gamificadas aplicadas em várias áreas do conhecimento. Na área da ciência da computação, destacam-se: *Binary search app*, *STS-Tooltorial*, *Lecture Quiz*, *Learn2Mine*, *AgentWeb*, *Heureka*, *A Day in the Life of the JOs*, *RiPPLE*, *A-Bricks* e *Escapp*. Nas áreas de matemática e física, tem-se as seguintes ferramentas: *STEM*, *Gamit!*, *Math is magic*, *EMATIC* e *Puts*. Nas áreas de ensino de língua árabe, medicina, no estudo do *bullying*, química, ética, história e geografia, destacam-se, respectivamente, as seguintes ferramentas: *LALA*, *AntibioGame*, *Shimpai Muyou*, *ORG600*, *Ethoshunt*, *Guardian of History* e *Concentric Ring View*. Houve casos de avaliações de ferramentas de ensino gamificadas cujos nomes não foram indicados.

Percebeu-se que, na maioria dos casos, a avaliação da usabilidade ocorreu após o projeto e desenvolvimento das ferramentas, cabendo aos usuários utilizá-las e avaliá-las. Apenas dois trabalhos avaliaram o processo de desenvolvimento de ferramentas.

Os métodos utilizados para avaliar a usabilidade das ferramentas variaram, em geral, em nove possibilidades. Ressalta-se que a *System Usability Scale*, proposta por Brooke (1996), foi o método mais utilizado, aparecendo em 12 trabalhos. Em segundo lugar está o Teste com Usuários, relatado em oito artigos. Em seguida, a avaliação heurística, aparecendo em sete trabalhos diferentes. Questionários *ad hoc* adaptados apareceram em quatro artigos e questionários baseados na ISO 9241-11 em dois trabalhos. Finalmente, aparecendo em um trabalho cada, tem-se: questionário baseado na ISO 25010-11, questionário MEEGA+, questionário Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM) e questionário AttrakDiff.

Dentre os trabalhos identificados no estudo de mapeamento sistemático conduzido, poucos 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.

---

# Capítulo 3

## MÉTODO

---

---

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

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a metodologia consiste em compreender os vários métodos disponíveis para a realização de uma pesquisa acadêmica. A metodologia examina, descreve e analisa métodos e técnicas de pesquisa, possibilitando a coleta e o processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução dos problemas de investigação. Desta forma, objetivando facilitar a compreensão do método utilizado nesta pesquisa, a apresentação desse capítulo está estruturada da seguinte forma:

- Tipo de investigação da pesquisa;
- Instrumentos utilizados;
- A plataforma gamificada PGE-UML;
- Cenário e sujeitos da pesquisa;
- Operacionalização da pesquisa;
- Análise dos dados.

### 3.1 Tipo de investigação da pesquisa

O objetivo da pesquisa foi avaliar a usabilidade de uma plataforma gamificada utilizada para apoiar o estudo da UML. Por sua natureza, a pesquisa pode ser classificada como um estudo qualiquantitativo, de cunho descritivo. Para maior aprofundamento da avaliação da usabilidade, optou-se por realizar um estudo de caso.

Segundo Triviños (1987), a metodologia qualitativa busca compreender a essência dos dados, identificando cada fenômeno em um contexto específico. Esse tipo de estudo busca não apenas a aparência dos fatos, mas também compreender

seu significado, a fim de investigar sua origem, conexão e mudanças, visando prever suas consequências. A pesquisa se caracteriza, então, como qualitativa, pois avaliou a usabilidade da plataforma PGE-UML dentro do contexto educacional de um curso de graduação relacionado à computação.

Ademais, Lakatos e Marconi (2010) afirmam que a pesquisa quantitativa busca quantificar numericamente informações e dados da pesquisa. Por sua vez, a pesquisa descritiva “pretende descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade, assim, é indicada quando o investigador procura conhecer determinado grupo, seus valores, problemas e características” (TRIVIÑOS, 1987, p. 110). Dessa forma, este trabalho se enquadra também nesse tipo de pesquisa, pois o estudo analisou a concepção da usabilidade da PGE-UML por parte de discentes matriculados em uma disciplina relacionada à UML.

Considerando que esta pesquisa analisou a percepção discente quanto à usabilidade da plataforma PGE-UML, o trabalho também se caracteriza como um estudo de caso. O estudo de caso é definido por Gil (2008) como o estudo de poucos objetos, de maneira aprofundada, permitindo, assim, amplo detalhamento sobre tal estudo. Trata-se de uma maneira de se efetuar pesquisa especulativa dentro de um contexto real, onde as fronteiras entre o fenômeno e as circunstâncias não estão facilmente estabelecidas.

Segundo Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa bibliográfica é o levantamento dos materiais já produzidos na área em que o estudo se enquadra, tendo a finalidade de fazer o pesquisador entrar em contato direto com o assunto, fazendo com que se aprofunde no tema estudado, auxiliando na manipulação dos dados e na análise das informações obtidas. Nesse âmbito, foi realizado um estudo de mapeamento sistemático, buscando identificar pesquisas já realizadas sobre o tema (MENEZES; SEABRA, 2023).

### **3.2 Instrumentos utilizados**

Barbosa e Silva (2010) explicam que a avaliação de um sistema computacional interativo deve levar em consideração algumas perspectivas, isto é, de quem o concebeu, de quem o construiu e de quem o utiliza. A avaliação sob a

---

perspectiva de quem utiliza o sistema é realizada durante sua experiência de uso e possui dois tipos principais de métodos. Os métodos de investigação, que trabalham com entrevistas, grupos, estudos de campo, questionários, dentre outros, e os métodos de observação, realizados com usuários finais do sistema, em situações reais de uso, em que o avaliador observa os usuários, coletando informações e problemas durante o uso do sistema. Entre os métodos de observação, destaca-se o teste de usabilidade.

Azevedo (1996) discorre que o teste de usabilidade, também conhecido como teste com usuários, é realizado com usuários reais do sistema, buscando aferir os problemas da aplicação. O autor aponta que esse teste possui cinco atributos principais:

- O principal objetivo é encontrar problemas em relação ao uso da aplicação, buscando, assim, melhorar a usabilidade do objeto testado;
- Os usuários participantes do teste representam os perfis dos usuários que utilizarão o sistema, consistindo em usuários reais;
- Os participantes do teste devem realizar tarefas típicas a partir das quais o *software* foi planejado, isto é, tarefas reais;
- Os aplicadores do teste observam os participantes, registrando o que fazem, suas dificuldades e os caminhos percorridos pelos usuários para a realização das tarefas;
- Os aplicadores analisam os dados, inferindo os problemas de usabilidade encontrados com base nas dificuldades registradas, podendo, assim, recomendar alterações para corrigir os problemas.

Uehara (2022) destaca que um teste de usabilidade possui quatro passos a serem seguidos, a saber: planejamento do teste; execução; organização e análise de dados; e relatório e comunicação de resultados. O Quadro 5 apresenta as atividades que devem ser realizadas em cada fase de um teste de usabilidade.

Barbosa e Silva (2010) discorrem que a avaliação da usabilidade pode ocorrer durante o processo de desenvolvimento do *software*, tratando-se, neste caso, de uma avaliação formativa. Já a avaliação somativa é conduzida quando se tem uma versão final do sistema.

**Quadro 5.** Atividades de um teste de usabilidade. Fonte: Uehara (2022).

Fase	Atividades que devem ser desenvolvidas
Planejamento do teste	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Alinhar objetivos e pontos que serão avaliados;</li> <li>2) Definir a equipe que aplicará e acompanhará o teste;</li> <li>3) Preparar um roteiro de introdução do teste adaptado ao escopo do projeto;</li> <li>4) Termo de consentimento para colher assinatura do usuário (teste presencial) ou “de acordo” verbal se o teste for remoto/virtual;</li> <li>5) Definir a metodologia, ferramentas e tarefas;</li> <li>6) Elaborar um formulário ou questionário adequado para coleta de dados;</li> <li>7) Definir métricas e tendências que serão observadas durante o teste, por exemplo: calcular o tempo de cada tarefa do teste, medir o sucesso da tarefa, medir erros etc.;</li> <li>8) Separar e preparar os dispositivos, aplicativos ou equipamentos que serão utilizados;</li> <li>9) Identificar e providenciar uma recompensa (incentivo) aos usuários pela participação;</li> <li>10) Alinhar o planejamento do teste com os <i>stakeholders</i> envolvidos no projeto;</li> <li>11) Recrutar os usuários certos para o estudo.</li> </ol>
Execução do teste	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Seguir o plano proposto;</li> <li>2) Manter um ambiente amistoso;</li> <li>3) Coletar os dados.</li> </ol>
Organização e análise dos dados coletados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Leitura geral de todas as anotações realizadas;</li> <li>2) Compilar os dados;</li> <li>3) Identificar problemas observados;</li> <li>4) Metrificar (sucesso da tarefa, tempo da tarefa, erros, eficiência e aprendizagem);</li> <li>5) Traçar possível diagnóstico;</li> <li>6) Levantar recomendações.</li> </ol>
Relatório e comunicação de resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Redigir relatório contendo os pontos relevantes; <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Ser específico na identificação do problema;</li> <li>b. Não culpar o usuário;</li> <li>c. Olhar o contexto geral;</li> <li>d. Ajudar a identificar soluções;</li> <li>e. Organizar e classificar as descobertas;</li> <li>f. Acumular valor futuro sobre os relatórios.</li> </ol> </li> </ol>

Esta pesquisa avaliou a usabilidade de uma plataforma *web* gamificada que já se encontra em sua versão final, isto é, em funcionamento. Nesse sentido, é conveniente adotar um ou mais métodos que lidam com usuários finais, caracterizando-se, portanto, em uma avaliação somativa, onde o sistema já está pronto para uso. Assim, optou-se pela utilização do teste de usabilidade com a participação de estudantes voluntários de três cursos de graduação da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), local de realização desta pesquisa, matriculados nos cursos de Engenharia da Computação, Sistemas de Informação e Ciência da Computação.

### 3.3 A plataforma gamificada PGE-UML

A plataforma PGE-UML foi desenvolvida por Feichas (2022), tendo como objetivo auxiliar discentes no estudo da UML. A PGE-UML é uma plataforma *web* gamificada que possui diferentes elementos de jogos. Feichas (2022) aponta esses principais elementos:

- Pontos: Recompensas para os jogadores ao concluírem com sucesso determinados desafios, permitindo, assim, informações sobre seu desempenho;
- Progresso: Informação contida no ambiente para que o usuário possa acompanhar sua situação dentro da plataforma;
- Tabela de classificação: Representa ordenadamente a posição de cada participante;
- *Badges* (emblemas): Permitem reconhecimento aos participantes após identificarem ou concluírem determinada atividade;
- Níveis: Hierarquias de progresso, representadas pelas trilhas de estudo, onde a partir da finalização de cada trilha, outras são liberadas. Cada trilha possui desafios a serem concluídos;
- Desafios: A PGE-UML possui desafios no formato de *quiz*, lacunas, *quiz* figura, resposta com base em vídeo, resposta com base em imagem, verdadeiro ou falso, forme a frase, relação de pares, seleção ordenada e certo ou errado;
- *Feedback* e reforço: Recurso que permite a verificação pelo usuário se ele errou ou acertou determinada atividade;
- Painel de instrumentos (*dashboards*): Recurso direcionado aos professores, para auxiliá-los no acompanhamento dos estudantes.

A plataforma também é acessada por professores, para que eles possam acompanhar, inserir e modificar seu conteúdo.

Em seu trabalho, Feichas (2022) discorre sobre os requisitos funcionais da plataforma. De acordo com Sommerville (2003), os requisitos funcionais são ações esperadas do sistema, isto é, funcionalidades oferecidas aos usuários. O Quadro 6 aponta os requisitos funcionais da PGE-UML no que tange ao perfil dos alunos.

**Quadro 6.** Requisitos funcionais da PGE-UML do perfil dos estudantes. Fonte: Feichas (2022).

Requisito	Descrição
REF11	Permitir ao estudante acessar o ambiente por meio do <i>e-mail</i> e senha cadastrados.
REF12	Permitir ao estudante realizar o primeiro acesso com o código da turma.
REF13	Permitir ao estudante atualizar os dados do seu cadastro (perfil).
REF14	Permitir ao estudante acessar uma trilha de conhecimento.
REF15	Permitir ao estudante jogar a trilha.
REF16	Permitir ao estudante acompanhar o seu progresso.
REF17	Permitir ao estudante acompanhar o progresso dos seus colegas.
REF18	Permitir ao estudante acompanhar a tabela de classificação.
REF19	Permitir ao estudante acompanhar os emblemas conquistados e pendentes.

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.

A Figura 3 remete à tela de primeiro cadastro do estudante. Após o primeiro cadastro, basta inserir o *e-mail* e a senha para que o estudante tenha acesso à plataforma. A Figura 4 remete à PGE-UML após o cadastro liberado e com material inserido.

As atividades que os alunos realizam durante o uso da PGE-UML são armazenadas, e quando eles retornam à ferramenta podem continuar de onde pararam. A ferramenta gamificada PGE-UML está disponível no endereço: <https://uml.gfsolucoes.com.br/>.





**Escolher ficheiro** Nenhum ficheiro selecionado

Tamanho máximo da imagem 3mb  
(Não é obrigatório a imagem)

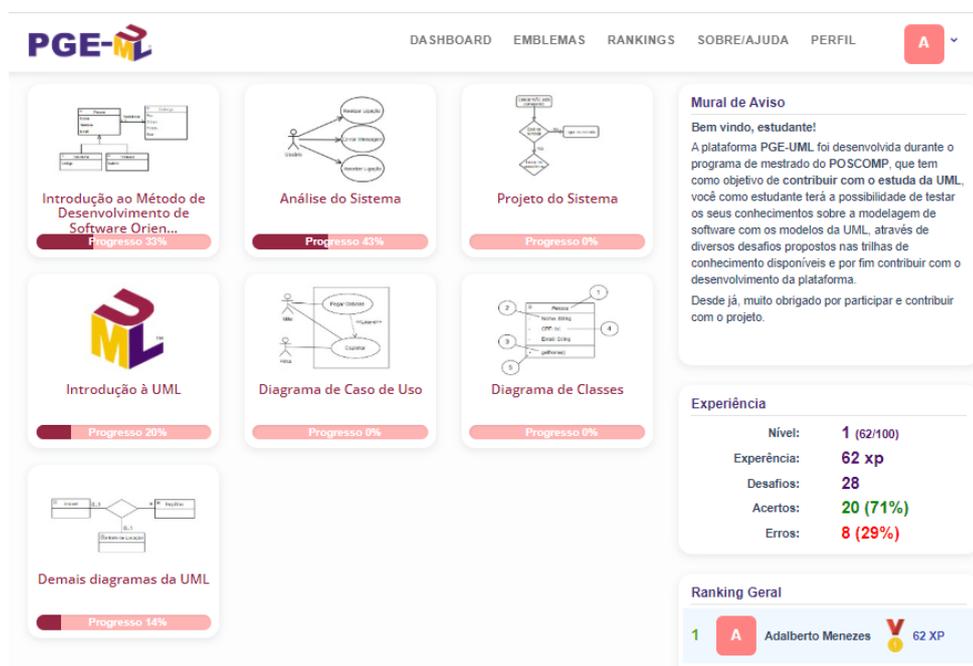
\* NOME

\* EMAIL

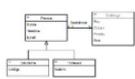
\* SENHA Obrigatório o mínimo de 5 caracteres

\* CONFIRME SENHA

Figura 3. Tela de cadastro de primeiro acesso à PGE-UML. Fonte. PGE-UML (2023).



DASHBOARD EMBLEMAS RANKINGS SOBRE/AJUDA PERFIL A



**Introdução ao Método de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos**

Progresso 52%



**Análise do Sistema**

Progresso 43%



**Projeto do Sistema**

Progresso 0%



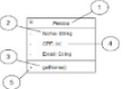
**Introdução à UML**

Progresso 20%



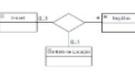
**Diagrama de Caso de Uso**

Progresso 0%



**Diagrama de Classes**

Progresso 0%



**Demais diagramas da UML**

Progresso 14%

**Mural de Aviso**

Bem vindo, estudante!

A plataforma PGE-UML foi desenvolvida durante o programa de mestrado do POSCOMP, que tem como objetivo de contribuir com o estudo da UML, você como estudante terá a possibilidade de testar os seus conhecimentos sobre a modelagem de software com os modelos da UML, através de diversos desafios propostos nas trilhas de conhecimento disponíveis e por fim contribuir com o desenvolvimento da plataforma.

Desde já, muito obrigado por participar e contribuir com o projeto.

**Experiência**

Nível:	<b>1</b> (62/100)
Experiência:	<b>62 xp</b>
Desafios:	<b>28</b>
Acertos:	<b>20 (71%)</b>
Erros:	<b>8 (29%)</b>

**Ranking Geral**

<b>1</b>	<span style="background-color: red; color: white; padding: 2px 5px;">A</span>	Adalberto Menezes	<span style="color: gold;">🏆</span> 62 XP
----------	---	-------------------	---

Figura 4. Acesso à PGE-UML. Fonte: PGE-UML (2023).

### 3.4 Cenário e sujeitos da pesquisa

A seleção adequada dos usuários é primordial para o êxito no teste de usabilidade. 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 precisa 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 literatura da área corrobora com a quantidade de usuários. A pesquisa de Silva *et al.* (2021), na qual os autores avaliaram a usabilidade de um jogo sério em educação médica, utilizou 10 usuários para o teste de usabilidade empregado no estudo. Pereira (2011) avaliou a usabilidade de bibliotecas digitais envolvendo nove usuários no teste de usabilidade utilizado no trabalho.

A Figura 5 representa a curva entre a porcentagem de problemas de usabilidade encontrados e a quantidade de usuários testados.



**Figura 5.** Quantidade de usuários testados versus problemas de usabilidade encontrados.  
Fonte: Nielsen Norman Group (2000).

A partir dessa constatação, iniciou-se a busca pelos participantes, obtendo-se quatorze indivíduos que demonstraram interesse voluntário em participar do teste de usabilidade. Vale ressaltar que a quantidade de participantes deste estudo foi superior ao total recomendado pela literatura da área.

---

Catecati (2021) explica que no teste de usabilidade com usuários finais, eles são convidados a realizarem tarefas no ambiente real de uso do sistema. Nesse contexto, as tarefas foram aplicadas em um laboratório de informática localizado no Instituto de Matemática e Computação (IMC) da UNIFEI, com boas condições de conforto, iluminação e climatização.

### **3.5 Operacionalização da pesquisa**

Uehara (2022) destaca que a fase de planejamento do teste de usabilidade é muito importante 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.

Catecati (2021) destaca que a avaliação da usabilidade de um sistema possui três métricas: eficiência, eficácia e satisfação do usuário. O autor explica que a eficiência e a eficácia podem ser avaliadas objetivamente, por possuírem caráter quantitativo. Tais métricas estão relacionadas com o desempenho na realização das tarefas no sistema. A satisfação do usuário pode ser avaliada por meio de questionários, apresentando dados qualitativos.

Lehto e Buck (2012) explicam que a eficácia é avaliada pela capacidade de os usuários concluírem determinada tarefa, de forma completa e correta. A eficiência comumente é avaliada pelo tempo que o usuário levou para realizar as tarefas corretamente no sistema. Por fim, a satisfação é definida pela ISO 9241:11 (2002) como a satisfação durante o uso do sistema pelo usuário, representando uma medida qualitativa.

#### **3.5.1 Definição das tarefas a serem executadas no teste**

Foram definidas cinco tarefas (Quadro 7) 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 7.** Tarefas do teste de usabilidade. Fonte: O autor.

Nº da 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 (Tarefa 1) 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.

- T1: O participante deverá acessar a página da plataforma (<https://uml.gfsolucoes.com.br/>) e clicar no botão “PRIMEIRO ACESSO DO ESTUDANTE”. Ele será direcionado a outra página *web*, na qual deverá inserir o código de primeiro acesso (turma-adal-2023) e validá-lo. Após a validação, o participante será direcionado a outra página, na qual deverá, obrigatoriamente, inserir seu nome, *e-mail* e senha. Nessa página, o participante poderá inserir também sua foto, sem obrigatoriedade. O usuário deverá marcar a opção em que aceita o termo de uso da plataforma. Nessa página, o estudante tem acesso, por meio de um *link*, a esse termo. Após essa aceitação, o participante é direcionado a outra página, na qual, para finalizar, deverá 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 será direcionado à página inicial da plataforma. Após acessar a plataforma, o estudante deverá selecionar a opção SAIR, sendo direcionado novamente para a tela de *login*;
- T2: O participante deverá inserir o *e-mail* e senha cadastrados na Tarefa 1 e, após realizar o *login*, acessar a aba LOGIN e atualizar seus dados (mesmo que não seja necessário atualizar algum dado, o usuário deverá clicar no botão azul ATUALIZAR PERFIL). Nesse momento, o usuário não é direcionado a nenhuma outra página; dessa forma, o participante deverá selecionar e clicar na aba DASHBOARD, sendo direcionado para a página inicial da plataforma, tendo acesso às

---

trilhas e, ao lado direito, painéis como: Mural de Aviso, Experiência, *Ranking* Geral e Colegas;

- T3: O participante deverá 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. O usuário, após escolher sua resposta, deverá selecionar o botão CORRIGIR; essa seleção só é possível após a escolha de uma resposta. As opções corretas aparecerão e o usuário deverá clicar no botão PRÓXIMO (esse botão é o mesmo do Corrigir, altera após a correção). Essa fase possui perguntas como: certo e errado, quatro opções de respostas, complete a frase. É possível ao usuário acompanhar o progresso na fase em uma barra suspensa, a qual vai completando sua cor à medida que se avança nas perguntas. Após a conclusão das 11 perguntas, aparecerá 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 deverá selecionar a opção “Sair”, sendo direcionado para a trilha “Introdução à UML”;
- T4: O usuário pode realizar essa tarefa 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 quer ver o progresso. Clicando no nome de um colega, tem-se acesso ao progresso dele. Nesse *ranking* já aparecem os nomes classificados em melhor pontuação. Na segunda forma, basta o usuário selecionar a aba *RANKINGS*, no *menu* superior;
- T5: Para visualizar os emblemas, deve-se clicar na aba EMBLEMAS, no *menu* superior. O participante terá acesso a uma tela na qual os emblemas que ele já conquistou estarão realçados e coloridos, e os que ainda não conquistou estarão sem destaque, em preto e branco.

### 3.5.2 Coleta dos dados

A coleta dos dados ocorreu na cidade de Itajubá-MG, no segundo semestre de 2024, em um laboratório de informática localizado no IMC – UNIFEI, de maneira presencial. Foram utilizados equipamentos eletrônicos (*laptop* e *smartphone*) para gravar os participantes durante o teste. Os dados foram coletados individualmente. Definiu-se um roteiro de apresentação (Apêndice A), que foi utilizado no início do teste.

Os participantes foram convidados para o teste voluntariamente e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), onde declararam que estavam cientes de sua participação na pesquisa. O roteiro de atividades fornecido para os participantes continha as tarefas que foram realizadas (Apêndice C). Após a realização do teste, foi aplicado um questionário pós-teste (Apêndice D) aos participantes, utilizando a escala SUS, sendo adicionada uma questão aberta para que eles pudessem discorrer 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) e trata-se de uma ferramenta de baixo custo, utilizada mundialmente, com alta validade e confiabilidade. É composta por dez questões 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 autores apontam que a escala SUS apresenta alto coeficiente de confiabilidade em diversos estudos. De acordo com Kaya *et al.* (2019), a SUS é uma ferramenta útil para compreender os problemas enfrentados pelos usuários durante o uso do sistema. 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.

Machado (2018) ressalta que a escala SUS é um questionário quantitativo com questões avaliadas segundo uma escala *Likert* de cinco pontos, onde 5 indica “concordo completamente” e 1 “discordo completamente”. Ao final, as respostas são convertidas em números, para realização da análise.

Kaya *et al.* (2019) apontam que as questões ímpares possuem significado positivo e as questões pares possuem significados negativos. Do resultado das questões positivas é subtraído um ponto; das questões negativas, os valores são subtraídos de cinco pontos. Dessa forma, a avaliação da escala SUS é realizada na faixa de 0 a 4, de acordo com a pontuação proposta por Brooke. Ao final, somam-se todos os valores obtidos a partir das 10 perguntas e multiplica-se o resultado por 2,5. O resultado pode variar de 0 a 100, sendo que um índice acima de 68 indica que o sistema atende a usabilidade (BOUCINHA; TAROUÇO, 2013; BORSCI *et al.*, 2015). Quanto maior esse índice, maior a usabilidade.

A escala SUS é considerada suficiente para aferir a usabilidade de um sistema, mas, mesmo utilizando essa ferramenta, é possível adaptar outras perguntas para melhorar o entendimento do objeto pesquisado. Por exemplo, Al-Omar (2018) buscou analisar, pela escala SUS, a usabilidade do *software* educacional do Ministério da Educação da Arábia Saudita, que atende cerca de 2.600.000 de usuários e estudantes das universidades deste país. Para tanto, além das 10 perguntas presentes no questionário SUS, o autor inseriu uma questão aberta para coletar as perspectivas dos usuários sobre o sistema.

O questionário SUS avalia diferentes atributos de usabilidade. Tenório (2011) aponta os atributos de usabilidade definidos por Nielsen, relacionando-os com cada pergunta do questionário SUS. O Quadro 8 apresenta essa relação, de acordo com Tenório (2011).

**Quadro 8.** Atributos de usabilidade *versus* questão no questionário SUS. Fonte: Tenório (2011, p. 99).

<b>Atributo de usabilidade</b>	<b>Número da questão no questionário SUS</b>
<i>Eficiência</i>	5, 6 e 8
<i>Satisfação</i>	1, 4 e 9
<i>Minimização de erros</i>	6
<i>Facilidade de memorização</i>	2
<i>Facilidade de aprendizagem</i>	3, 4, 7 e 10

O questionário SUS aplicado neste trabalho abrangeu as 10 perguntas propostas por Brooke (1996) em uma escala *Likert*; ao final, foi inserida uma questão aberta, buscando coletar dados qualitativos que podem não ser levantados com o questionário e a aplicação do teste tradicional, seguindo as diretrizes de Al-Omar (2018). O questionário se encontra no Apêndice D. Esse questionário foi aplicado de forma presencial e impressa para cada participante ao final do teste de usabilidade.

Para a identificação dos perfis dos participantes, foi aplicado um questionário que buscou caracterizá-los. Essa identificação foi importante para obter um retrato da experiência com o uso de computador, familiaridade com gamificação, idade e outros. Esse questionário se encontra no Apêndice E.

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. Os autores ainda apontam que o pesquisador pode realizar a gravação da entrevista para facilitar a análise das respostas. Wilson (2013) resalta que as entrevistas semiestruturadas conseguem explorar o surgimento de novos tópicos e/ou questões. Segundo o autor, as entrevistas semiestruturadas são utilizadas quando há conhecimento prévio na questão de investigação. Hatunoglu (2023) aponta que a realização de entrevista semiestruturada busca coletar dados relativos sobre a identidade, culturas, sentimentos, valores e experiências dos usuários. A entrevista semiestruturada aplicada neste trabalho se encontra no Apêndice F.

Para auxiliar a análise da UX no contexto desta pesquisa, foi utilizada a ferramenta *Microsoft Clarity*. Trata-se de uma ferramenta gratuita, fornecida pela *Microsoft*, que possibilita a análise do comportamento dos usuários de determinado *site*. A ferramenta possui gravação de sessões, *insights* de *machine learning* e mapas de calor.

Pérez (2023) afirma que mapas de calor são representações em relação ao comportamento do usuário e revelam a distribuição da sua atenção durante a interação. Segundo a autora, os mapas de calor auxiliam na análise de interações com o usuário e permitem compreender, visualmente, como interagir com os componentes de uma interface. Permitem também compreender como os componentes, por exemplo, ou *mouse*, se movem, quais partes são ignoradas etc. Ainda, segundo a autora, um mapa de calor usa o espectro de cores do quente ao frio, para mostrar onde o usuário interage e dá mais atenção na interface. Na cor vermelha, há uma elevação de interações registradas. A cor amarela remete ao nível intermediário de interações, e a cor verde remete aos locais da interface com menor nível de interação. Os pontos da interface sem cor revelam que não foi registrada qualquer interação do usuário. A Figura 6 ilustra um exemplo de mapa de calor.



**Figura 6.** Exemplo de mapa de calor de clique criado com a ferramenta de pesquisa *Microsoft Clarity* na PGE-UML. Fonte: *Microsoft Clarity*.

Cabe ressaltar que este trabalho seguiu os preceitos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos, com a concordância expressa dos participantes voluntários, por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os dados dos participantes foram anonimizados.

### 3.5.3 Teste piloto

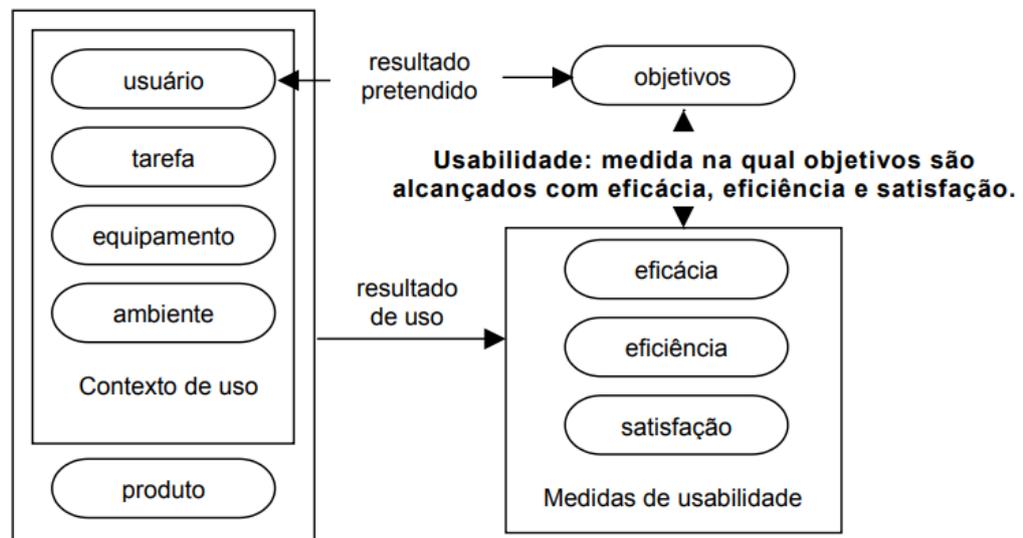
Segundo Uehara (2022), a realização de um teste piloto é altamente recomendável, pois, com ele, pode-se revelar necessidades de ajustes para melhor aderência do teste. Dessa forma, foi realizado um teste piloto, de forma presencial, na UNIFEI. O teste aconteceu em 24 de junho de 2024.

O teste piloto buscou simular a aplicação do teste de usabilidade proposto por esta pesquisa e foi conduzido em um laboratório de informática do IMC – UNIFEI. O teste contou com três participantes, sendo dois deles estudantes de cursos relacionados à computação e um técnico de Tecnologia da Informação do IMC, bacharel em Sistemas de Informação. Durante o teste, foram apresentados: os objetivos da pesquisa; o Roteiro de Apresentação (Apêndice A); o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B); o Roteiro de Atividades (Apêndice C); a gravação da tela do computador utilizado; a aplicação do questionário SUS (Apêndice D); o questionário de identificação do perfil do participante (Apêndice E); e realizada a entrevista semiestruturada (Apêndice F) com a gravação do áudio por meio de telefone celular.

O teste piloto seguiu rigorosamente as etapas propostas nesta pesquisa, ocorrendo dentro do esperado e sem intercorrências. Isso permitiu ao autor da pesquisa seguir para o plano de aplicação, de fato, do teste de usabilidade planejado.

## 3.6 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. A Figura 7 apresenta os componentes de usabilidade segundo a norma citada.



**Figura 7.** Componentes de usabilidade de acordo com a ISO 9241-11. Fonte: Norma ISO 9241-11.

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. A eficácia foi avaliada com o percentual de conclusão das tarefas. Foram retirados, a partir dessa métrica, dados adicionais como, por exemplo, percentual de tarefas não concluídas. Para avaliar a eficiência, foi adotado o protocolo de Lima (2012), no qual foi 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. Embora não haja parâmetro de tempo ideal e o usuário não tenha tido tempo para concluir as tarefas, esse dado serviu como parâmetro para o cálculo da eficiência. 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.

O teste de usabilidade foi executado no *laptop* do autor desta dissertação, que possui processador AMD Ryzen 5 3500U com Radeon Vega Mobile Gfx 2.10 GHz e 8 GB de memória RAM. Para gravar a tela, foi instalado o aplicativo gratuito para gravação e captura de tela oCam, disponível em: <https://ocam.br/download.it/>. A gravação das entrevistas foi realizada pelo *smartphone* do autor da pesquisa, sendo este um Xiaomi modelo Redmi Note 11S, pelo aplicativo de gravação nativo do aparelho.

# Capítulo 4

## RESULTADOS

---

---

O teste de usabilidade foi aplicado na cidade de Itajubá-MG, nos dias 18, 19 e 20 de setembro de 2024, nas instalações do IMC – UNIFEI. Em um primeiro momento, os participantes foram convidados, em sala de aula, a participarem do teste. Posteriormente, via *e-mail*, foram agendados horários para cada participante voluntário que manifestou interesse em participar do estudo com base em uma escala, a qual foi seguida pelo autor desta pesquisa nos dias de aplicação do teste.

Participaram do teste de usabilidade 14 estudantes voluntários, sendo quatro (28,57%) do curso de Ciência da Computação, um (7,14%) do curso de Engenharia da Computação e nove (64,29%) do curso 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 um (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.

### 4.1 Avaliação SUS

O cálculo da pontuação do questionário SUS seguiu as diretrizes de Brooke (1996), onde subtrai-se 1 ponto da pontuação atribuída pelo usuário nas questões

ímpares e 5 pontos da pontuação das respostas pares. O valor final é multiplicado por 2,5, chegando, assim, à pontuação SUS do sistema avaliado. Essa variação pode ser de 0 a 100, refletindo a avaliação geral do sistema.

Com relação à avaliação da usabilidade pela escala SUS, aplicando o método de Brooke (1996), a média da avaliação da plataforma PGE-UML foi de 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 9 mostra os valores das pontuações da escala SUS por participante.

**Quadro 9.** Pontuação da escala SUS por participante. Fonte: O autor.

<b>Participante</b>	<b>Pontuação SUS</b>
01	92,5
02	90
03	90
04	90
05	95
06	95
07	80
08	85
09	87,5
10	85
11	80
12	100
13	77,5
14	57,5
<b>Média</b>	<b>86,07</b>

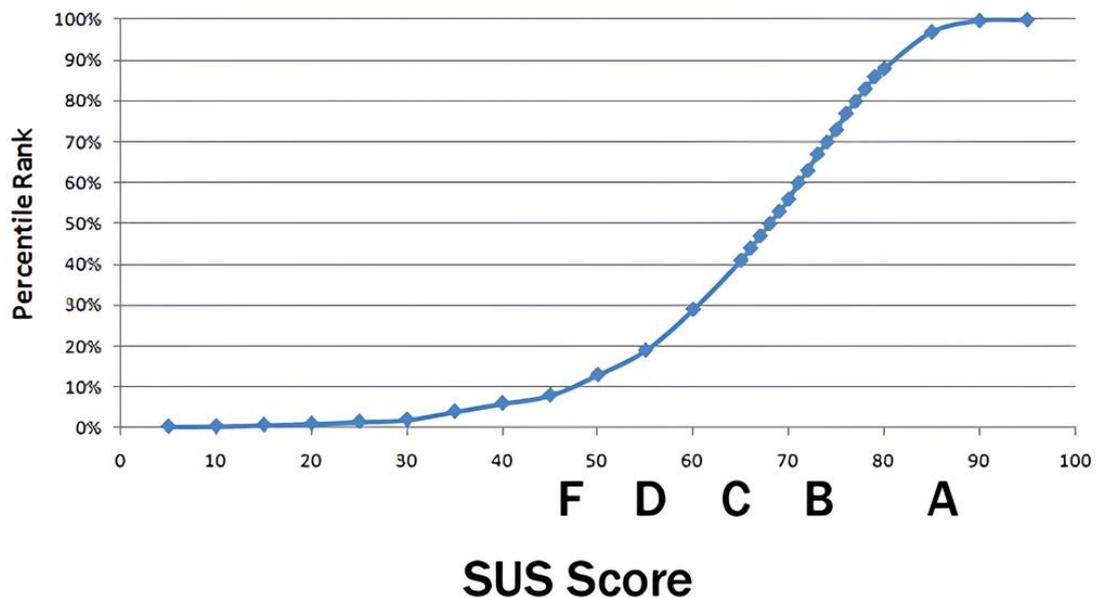
Em sua pesquisa, Bangor *et al.* (2009) classificaram a pontuação da escala SUS em seis faixas, a saber:

- Menor que 20,5: Pior imaginável;
- De 21 a 38,5: Pobre;
- De 39 a 52,5: Mediana;
- De 53 a 73,5: Boa;
- De 74 a 85,5: Excelente;
- De 86 a 100: Melhor imaginável.

Cabe ressaltar que, originalmente, o trabalho de Bangor *et al.* (2009) propunha uma escala com sete adjetivos, a saber: pior imaginável, terrível, pobre, mediana, boa, excelente e melhor imaginável. Contudo, buscando aprimorar essa escala, os autores apontaram que o mais adequado seria uma escala de adjetivos apenas com seis faixas: pior imaginável, pobre, mediana, boa, excelente e melhor imaginável.

Na mesma linha de pensamento, Sauro e Lewis (2016) publicaram um guia para análise de dados da escala SUS, baseados em um grande conjunto de dados de observações. Na Figura 8, os autores distribuíram as pontuações SUS em termos de classificação de percentis, a saber:

- “A+”: 96-100% (84,1 a 100 pontos SUS);
- “A”: 90-95% (80,8 a 84 pontos SUS);
- “A-”: 85-89% (78,9 a 80,7 pontos SUS);
- “B+”: 80-84% (77,2 a 78,8 pontos SUS);
- “B”: 70-79% (74,1 a 77,1 pontos SUS);
- “B-”: 64-69% (72,6 a 74 pontos SUS);
- “C+”: 60-63% (71,1 a 72,5 pontos SUS);
- “C”: 41-59% (65 a 71 pontos SUS);
- “C-”: 35-40% (62,7 a 64,9 pontos SUS);
- “D”: 15-34% (51,7 a 62,6 pontos SUS);
- “F”: 0-14% (0-51,6 pontos SUS).



**Figura 8.** Distribuição da pontuação da escala SUS. Fonte: Sauro e Lewis (2016).

A normalização da pontuação SUS em percentis, realizada por Sauro e Lewis (2016), leva em consideração que a pontuação SUS não reflete, necessariamente, a porcentagem de usabilidade de um sistema. Para os autores, a pontuação média da escala SUS (a qual a usabilidade está acima da média) é 68, sendo classificada em

50° percentil e na faixa “C” da escala de notas. Nesse mesmo sentido, uma pontuação na escala SUS de 52 está no 15° percentil (pontuando pior que 85% das pontuações no banco de dados).

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.

Para melhor entendimento da usabilidade refletida pela escala SUS, buscou-se avaliar os atributos por suas respectivas questões do questionário SUS, os quais se apoiam em Tenório (2011) e estão apresentados no Quadro 8. Para facilitar os cálculos, a soma das questões ímpares, subtraídas em 1, foram nomeadas como X; a soma das questões pares, subtraídas de 5, foram nomeadas como Y; ao final, soma-se a pontuação X e Y e multiplica-se por 2,5.

A avaliação da eficiência se dá pelas questões 5, 6 e 8, e os resultados dessas questões resultaram na média de 84,53 pontos na escala SUS. O desvio padrão foi de 17,25, valor mínimo 41,67 e valor máximo 100. O Quadro 10 aponta as respostas das questões 5, 6 e 8 do questionário aplicado por participante.

**Quadro 10.** Respostas das questões 5, 6 e 8 por participante. Fonte: O autor.

<b>EFICIÊNCIA (QUESTÕES 5, 6 E 8) – 30%</b>								
<b>PARTICIPANTE</b>	<b>Q5</b>	<b>Q6</b>	<b>Q8</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X+Y</b>	<b>(SUS)</b>	<b>Proporção</b>
1	4	2	1	3	7	10	25	83,34
2	4	1	1	3	8	11	27,5	91,67
3	5	2	1	4	7	11	27,5	91,67
4	4	1	1	3	8	11	27,5	91,67
5	5	1	1	4	8	12	30	100
6	5	1	1	4	8	12	30	100
7	3	4	1	2	5	7	17,5	58,34
8	4	1	1	3	8	11	27,5	91,67
9	4	1	1	3	8	11	27,5	91,67
10	4	1	1	3	8	11	27,5	91,67
11	3	1	1	2	8	10	25	83,34
12	5	1	1	4	8	12	30	100
13	3	3	1	2	6	8	20	66,67
14	3	4	3	2	3	5	12,5	41,67
							<b>MÉDIA</b>	<b>84,53</b>

A satisfação dos usuários foi aferida pelas questões 1, 4 e 9 do questionário SUS. A satisfação avaliada resultou em 85,13 pontos. O desvio padrão foi de 11,86,

o valor mínimo 58,34 e o valor máximo foi 100. O Quadro 11 mostra as respostas das questões que avaliaram a satisfação dos usuários por participante.

**Quadro 11.** Respostas questões 1, 4 e 9 por participante. Fonte: O autor.

<i>Participante</i>	<i>Satisfação (questões 1, 4 e 9) – 30%</i>							<i>Proporção</i>
	<i>Q1</i>	<i>Q4</i>	<i>Q9</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X+Y</i>	<i>(SUS)</i>	
<b>1</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>2</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>3</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>4</b>	4	1	4	6	4	10	<b>25</b>	<b>83,34</b>
<b>5</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>6</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>7</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>8</b>	5	2	5	8	3	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>9</b>	4	1	5	7	4	11	<b>27,5</b>	<b>91,67</b>
<b>10</b>	3	1	4	5	4	9	<b>22,5</b>	<b>75</b>
<b>11</b>	3	1	4	5	4	9	<b>22,5</b>	<b>75</b>
<b>12</b>	5	1	5	8	4	12	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>13</b>	2	1	4	4	4	8	<b>20</b>	<b>66,67</b>
<b>14</b>	4	4	4	6	1	7	<b>17,5</b>	<b>58,34</b>
							<b>MÉDIA</b>	<b>85,13</b>

A minimização de erros foi mensurada pela questão 6 do questionário SUS. A análise da questão 6 remete à média geral de 82,15 pontos. O desvio padrão foi 28,46, o valor mínimo 25 e o valor máximo 100. Percebe-se que mesmo a média geral ter atingido boa avaliação, houve dois participantes que pontuaram essa questão em 25 pontos. O Quadro 12 apresenta as respostas da questão 6 por participante.

**Quadro 12.** Respostas da questão 6 por participante. Fonte: O autor.

<i>Participante</i>	<i>Mínimização de erros (questão 6) – 10%</i>					<i>Proporção</i>
	<i>Q6</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X+Y</i>	<i>(SUS)</i>	
<b>1</b>	2	0	3	3	<b>7,5</b>	<b>75</b>
<b>2</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>3</b>	2	0	3	3	<b>7,5</b>	<b>75</b>
<b>4</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>6</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>7</b>	4	0	1	1	<b>2,5</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>9</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>11</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>12</b>	1	0	4	4	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>13</b>	3	0	2	2	<b>5</b>	<b>50</b>
<b>14</b>	4	0	1	1	<b>2,5</b>	<b>25</b>
					<b>MÉDIA</b>	<b>82,15</b>

A facilidade de memorização foi representada pela questão 2. A média das respostas dessa questão ficou em 80,36 pontos. O desvio padrão foi de 28,04, o valor mínimo foi 0 e o valor máximo foi 100. O Quadro 13 mostra as respostas da questão 2 por participante. Por fim, a última dimensão avaliada pela escala SUS foi a facilidade de aprendizagem, retratada pelas questões 3, 4, 7 e 10. Esse atributo foi o que apresentou média geral maior dentre os outros, com 91,08 pontos. O desvio padrão foi o menor, 9,07, o valor mínimo foi 62,5 e o valor máximo foi 100. O Quadro 14 aponta as respostas das questões relacionadas à facilidade de aprendizagem por participante.

**Quadro 13.** Respostas da questão 2 por participante. Fonte: O autor.

**Facilidade de Memorização (questão 2) – 10%**

<b>Participante</b>	<b>Q2</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X+Y</b>	<b>(SUS)</b>	<b>Proporção</b>
1	1	0	4	4	10	100
2	2	0	3	3	7,5	75
3	1	0	4	4	10	100
4	1	0	4	4	10	100
5	1	0	4	4	10	100
6	1	0	4	4	10	100
7	2	0	3	3	7,5	75
8	5	0	0	0	0	0
9	2	0	3	3	7,5	75
10	2	0	3	3	7,5	75
11	2	0	3	3	7,5	75
12	1	0	4	4	10	100
13	1	0	4	4	10	100
14	3	0	2	2	5	50
<b>MÉDIA</b>						<b>80,36</b>

**Quadro 14.** Respostas das questões 3, 4, 7 e 10 por participante. Fonte: O autor.

**Facilidade de Aprendizagem (questões 3, 4, 7 e 10) – 40%**

<b>Participante</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q7</b>	<b>Q10</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X+Y</b>	<b>(SUS)</b>	<b>Proporção</b>
1	5	1	5	1	8	8	16	40	100
2	5	1	4	1	7	8	15	37,5	93,75
3	5	1	5	3	8	6	14	35	87,5
4	4	1	5	1	7	8	15	37,5	93,75
5	4	1	5	1	7	8	15	37,5	93,75
6	5	1	4	1	7	8	15	37,5	93,75
7	4	1	5	1	7	8	15	37,5	93,75
8	5	2	5	1	8	7	15	37,5	93,75
9	5	1	4	2	7	7	14	35	87,5
10	5	1	4	1	7	8	15	37,5	93,75
11	5	1	3	1	6	8	14	35	87,5
12	5	1	5	1	8	8	16	40	100
13	5	1	4	1	7	8	15	37,5	93,75
14	3	4	4	1	5	5	10	25	62,5
<b>MÉDIA</b>									<b>91,08</b>

Além das questões fechadas contidas no questionário SUS, foi inserida uma questão aberta, intitulada “comentários livres”, cuja resposta não era obrigatória, mas que permitiu aos participantes ponderarem o que julgassem necessário. Essa questão foi respondida por sete participantes e as respostas são apresentadas na íntegra, com as respectivas pontuações na escala SUS, no Quadro 15.

**Quadro 15.** Respostas da questão aberta inserida no final do questionário SUS, com respectivas pontuações. Fonte: O autor.

<i>Participante</i>	<i>Resposta</i>	<i>Pontuação SUS</i>
<b>Part. 02</b>	A parte de passagem de fase não achei muito fluída, é compreensível ter que clicar uma vez para finalizar e uma para passar, mas tive a impressão de aparecer uma certa sombra na tela (a tela ficava escura) que me impedia de mudar de tela mais rápido. Quando pediram para trocar o nome do usuário, fui onde tinha a inicial do meu nome, acho que é mais convencional ter uma aba “perfil” e um ícone do perfil, achei que não foi tão claro, pois não é o costume dos sites que mexo.	<b>90</b>
<b>Part. 03</b>	O “mecanismo” para responder algumas questões não foi extremamente intuitivo, mas foi fácil de entender como funcionava depois de 1 ou 2 tentativas. Ex: ordenar do mais concreto ao mais abstrato.	<b>90</b>
<b>Part. 04</b>	Em relação a plataforma, não entendi a barra superior que passava no topo da página, imaginei até que era uma barra de carregamento para iniciar a atividade.	<b>90</b>
<b>Part. 07</b>	A mudança no corpo do texto das respostas e perguntas enquanto está colocando as respostas é um pouco desconfortável. As perguntas as vezes não parecem tão claras de como responder, por exemplo a questão de marcar 1 ou 2 para os campos corretos.	<b>80</b>
<b>Part. 09</b>	Apenas o botão de sair da atividade que eu pessoalmente substituiria por um encerrar. E não entendi o sistema de pontuação.	<b>87,5</b>
<b>Part. 11</b>	Como sou da área da computação, estava intuitivo, porém, caso não fosse, seria interessante ver um tutorial sobre o método de resposta	<b>80</b>
<b>Part. 12</b>	O único ponto a comentar é a demora que tive para identificar que acertei ou errei uma resposta. A indicação visual, a meu ver, ficou tímida e não notei que a página havia atualizado ao responder.	<b>100</b>

Embora os participantes anteriormente identificados tenham relatado situações durante o uso da PGE-UML, percebe-se que eles avaliaram muito bem a

usabilidade da plataforma pela escala SUS. Acredita-se, assim, que as dificuldades apontadas não influenciaram a experiência de uso desses participantes. Nas faixas determinadas por Sauro e Lewis (2016), todos os participantes apontaram nível “A” (excelente), acima de 80 pontos. Na categorização de Bangor *et al.* (2009), as pontuações ficaram entre “excelente” (de 74 a 85,5) e “melhor imaginável” (de 86 a 100).

Nielsen e Levy (1994) relatam diferenças entre performance (desempenho) e preferência. Os autores destacam que a performance está relacionada com dados objetivos, tais como: sucesso na tarefa, taxa de erros e tempo para execução das tarefas. Já a preferência remete às avaliações subjetivas dos usuários, sobre seus sentimentos de preferência e o quanto gostaram da interface. Nesse sentido, os autores apontam que a usabilidade não pode ser avaliada exclusivamente em apenas uma dimensão (performance ou preferência), pois elas se completam. Nesta pesquisa, foi possível verificar que apesar de os participantes terem relatado alguns problemas no uso da PGE-UML, eles não foram suficientes para avaliar a usabilidade da ferramenta como ruim.

A partir do exposto, considerando o método de avaliação da escala SUS, pode-se concluir que a plataforma PGE-UML possui boa usabilidade, com pontuação avaliada em “melhor imaginável” (86,07 pontos).

## 4.2 Entrevistas

As entrevistas com os participantes ocorreram nos dias da aplicação do teste de usabilidade e foram gravadas por meio do *smartphone* do autor desta pesquisa, sendo que a gravação foi devidamente explicada aos participantes e autorizada por eles. Após a gravação, iniciou-se a extração dos dados, que consistiu na transcrição das entrevistas para uma planilha, para melhor organizar, analisar e armazenar as informações. Nessa planilha, os participantes foram identificados com números de 1 a 14. A transcrição completa das respostas das entrevistas está contida no Apêndice G.

Com relação à primeira pergunta da entrevista, “**O que você pode me contar após ter utilizado a PGE-UML?**”, todos os participantes relataram ser um sistema

intuitivo e de fácil utilização. Alguns participantes relataram algumas dificuldades, como a identificação de quando deveriam finalizar ao concluir a fase e dificuldade de assimilar a barra de progresso, pensando que seria uma barra de carregamento. Um participante relatou que, por se tratar de uma plataforma gamificada, esperava algo mais visual. O Quadro 16 mostra as respostas da questão 1 das entrevistas transcritas na íntegra.

**Quadro 16.** Respostas da questão 1 (continua). Fonte. O autor.

<b>Participante</b>	<b>Resposta</b>
01	Gostei do sistema, é bom para treinar o modelo.
02	No geral é uma plataforma simples e bem intuitiva com exceção de alguns pontos, como a passagem de fase, eu tive a impressão que a tela ficava mais escura e eu apertava para concluir a fase, a tela ficava mais escura, eu apertava de novo, aí tinha que apertar de novo, pra seguir pra segunda fase, dois clicks eu entendo, mas tinham muitos cliques. Terminei a etapa, introdução a UML parte 1 e cliquei em próximo e foi direto para a parte 2, se aparecesse um ícone de voltar ao menu, não me jogar direto, um botão para voltar ao menu e outro para seguir para a fase 2, não achei muito adequado ser jogado direto, por mais que fosse só sair, para a usabilidade. Na prática, o teste não é como se estivesse jogando em casa, que aqui, seria só fazer a parte 1, se eu estivesse em casa, essa opção de voltar e ir para a parte 2, faria tanto sentido como fez aqui, aqui eu senti essa necessidade. Você nem percebe que tá indo para a próxima fase, parece que tá indo para uma próxima pergunta da primeira fase. Outra coisa que notei, ter um local com a inicial do meu nome que você pode mudar só a senha e do lado, um local perfil para atualizar o perfil, em site que uso, no botão com a inicial do nome, já faz isso tudo. A parte da comparação com os outros alunos me trouxe motivação.
03	Senti que eu estava usando tipo um Duolingo, dá para aprender bastante, o feedback quando respondi uma pergunta era muito claro. Até pergunta que errei, o feedback me ensinou o conteúdo, até o entendimento das malícias da pergunta foi fácil. Achei legal de ver o progresso e os emblemas, a gamificação é interessante, eu aprenderia a UML usando essa plataforma.
04	Eu senti uma certa facilidade para lidar com as informações a única coisa que estranhei foi depois de ter preenchidos as informações e coloquei para a primeira pergunta, a barra eu achei que era uma barra de carregamento, e fiquei parado esperando e como não aconteceu nada, eu percebi que tinha que dar start na atividade. Achei bem interessante o método de pontuação e de como as perguntas estavam dispostas.
05	Ela é boa, foi bem intuitiva e não tive dificuldade, a única coisa que tive dificuldade foi de achar o meu progresso, mas consegui achar.
06	É uma plataforma que eu achei bem intuitiva de usar, fui lendo, mas ela é bem intuitiva e eu gostei da dinâmica que ela tem.
07	Foi interessante, parecia uma prova de UML. Eu senti um pouco de desconforto em algumas questões, que vibravam meu olho, de resto achei tudo fácil, como se já estivesse utilizado antes o site.
08	Achei uma plataforma excelente, sei que está em desenvolvimento, mas o pouco que vi eu achei ótimo, não tem excesso de informações para inserir ou criar um cadastro, porque quando vejo essas coisas de cadastro com muitas informações eu já pulo fora logo. Achei dentro da plataforma um sistema bem integrado, as tarefas didáticas. Tem a apresentação certinho de como vai funcionar o sistema e mesmo quem não conhece nada sobre a UML vai conseguir fazer os exercícios. No meu caso, eu não tenho expertise nessa área e me ajudou com o conteúdo, mesmo fazendo somente a introdução que em si, é bem didática e fácil de utilizar.
09	Eu acredito que vai ser uma ferramenta que se for utilizada para uso didático será bem vinda, pelo menos a atividade que fiz, que foi o quiz, foi bem didática e tranquila e acho que as palavras que usei para encaixar nas perguntas, foram palavras chaves, pelo menos a atividade que fiz a gamificação funcionou bem.

- 10 | Eu gostei do jeito que ela explicou as questões, o que me desagradou foi na parte de quando eram questões de marcar várias coisas, quando "ele" vai dar os pontos e só dá os pontos se acertou todas. Deveria fazer uma média.
- 11 | Achei um sistema intuitivo, mexo no computador o tempo inteiro, para mim pode ser intuitivo, mas pra outra pessoa não deve ser, dessa forma, deveria ter um tutorial de como usar a plataforma. Também tinha alguns problemas no design, por exemplo o zoom estava grande e eu não sabia que tinha mais conteúdo para baixo. No caso, deixar a pergunta na metade da tela para eu saber que tem mais para baixo poderia ser interessante. A pontuação é legal e o score é interessante, pois compara com outras pessoas.
- 12 | Uma plataforma bem convidativa, em primeiro contato não tive que pensar para utilizar ela. Um ponto positivo foram as conquistas e medalhas, que quem gosta de jogar motiva mais, pois o jogador joga para conquista. Tanto que não li direito que era para fazer, li somente algumas. Após ler as tarefas, vi que tinha feito mais que precisava e voltei e parei. 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. Atribuo que passei de onde deveria parar ao fato da gamificação, de estar gostando de usar a plataforma.
- 13 | De uso eu achei bem fácil, não tive nenhuma complexidade. Segue uma estrutura padrão de interface, na questão de funcionalidade, por se tratar de uma ferramenta gamificada, eu esperava algo mais dinâmico, mais visual.
- 14 | Gostei, achei algumas inconsistências no primeiro cadastro. Por exemplo, pergunta se eu uso UML e depois onde, eu já tinha respondido que não usava UML. Questões redundantes. Só senti que faltou uma opção de parar o jogo, no final da fase que joguei.

No geral, a avaliação da plataforma e da UX foi positiva, com base nas respostas da questão 1.

Adentrando na questão 2: **“Você tem experiência em outra plataforma/ferramenta gamificada com objetivo de auxiliar algum processo de ensino aprendizagem? Qual?”**, seis participantes (42,86%) relataram que nunca tiveram contato com outra plataforma gamificada com o objetivo de aprendizagem. Três participantes (21,43%) relataram que já utilizaram ferramentas gamificadas com o intuito de aprendizagem, mas não recordaram seus nomes. Quatro participantes (28,58%) disseram ter utilizado ou utilizam o *Duolingo*, para aprendizagem de outro idioma. Um participante (7,14%) relatou ter utilizado o *Bee Crowd* para aprender programação. Cabe ressaltar que os participantes que relataram já terem utilizado alguma outra plataforma gamificada (participantes 1, 3, 8, 9 e 11) responderam mais positivamente a questão 1 da entrevista.

Quando questionados sobre como os participantes descreveriam a PGE-UML para outro colega que não a conhecesse (questão 3), os participantes relataram se tratar de um *site* gamificado, que auxilia na aprendizagem, em especial na área de engenharia de *software* e orientação a objetos. Alguns participantes relataram que o *ranking* e *scores* trazem elementos de disputa e competitividade para a plataforma,

sendo, assim, pontos positivos. Um participante (14) relatou que deveria ter uma parte que ensinasse o conteúdo, para que a plataforma não ficasse restrita apenas a quem tem conhecimento sobre UML. Algumas respostas se encontram transcritas na íntegra a seguir:

Participante 02: *“... é divertido, você usa seus conhecimentos em um joguinho e dá pra entender e caso você seja mais competitivo, também tem a parte de ranking com os outros, que dá uma certa motivação de fazer mais, ou até mesmo juntas alguns colegas e competir uns com os outros...”*.

Participante 07: *“...é um site interessante para alguém que fosse fazer uma prova de engenharia de software ou orientação de objetos 1...”*.

Participante 09: *“...é um site com alguns formulários mais interativos, que tem a pontuação que lembra o Duolingo, tem o ranking com as pessoas posicionadas, que é bem tranquilo e que não pesa a cabeça, age por instinto. É bacana, é legal...”*.

Participante 10: *“...trabalha a parte de UML e a parte de Orientação a Objetos que dependendo de quão bem você vai nas perguntas ganha medalha e gera um ranking com os outros participantes...”*.

Participante 11: *“... é uma plataforma de aprendizado que usa a gamificação, como se fosse um jogo, que tem score, para comparar com os amigos e que é útil, pois dá uma sensação de game mesmo. Eu recomendaria...”*.

Participante 12: *“... e o principal seria a questão das conquistas, quem me atraem e atraem as pessoas do meu meio, o fato de gerar medalhas e o ranking. Gastei mais tempo, pois estava procurando um amigo meu que também participou...”*.

Participante 14: *“...acho que seria interessante uma parte que explique o conteúdo, exemplos, te dá a pergunta, tem que ter uma base para responder, se não tem, não tem como jogar esse jogo. Seria interessante que mesmo podendo jogar, aprenderia que não tem a base na disciplina, não limitando apenas a quem tem conhecimento prévio sobre o conteúdo...”*.

Na questão 4, o participante deveria falar sobre a interface da PGE-UML. Embora a maioria dos participantes tenha dito que a interface é boa e intuitiva, alguns problemas foram relatados. Dois participantes apontaram que sentiram falta do modo noturno, por se sentirem mais à vontade com a tela escura. Foi levantada também a questão de como seria o uso no telefone celular (responsividade).

Houve um participante (participante 09) que relatou que, por se tratar de uma plataforma gamificada, ela deveria possuir mais cores e botões, pois, assim, atrairia mais a atenção dos jogadores; o participante 11 também relatou que sentiu falta de mais cores na interface. Seguem alguns relatos transcritos na íntegra sobre essa questão:

Participante 04: *“... gostei, e vejo quando pega um site que ocupa a tela inteira e penso como funcionará no celular, não sei se é responsivo, mas julgo que no computador foi agradável...”*.

Participante 06: *“...pra mim seria o contraste, por ter um pequeno problema de visão, então eu me sinto mais a vontade usando o modo noturno...”*.

Participante 07: *“... eu gosto de fundo escuro, o fundo claro dá dor de cabeça, mas achei tudo em seu lugar, a fonte é agradável e tudo é bem mais fácil, tinha a tabela com o menu superior, que foi fácil de encontrar, o logout estava na cara que era onde estava...”*.

Participante 09: *“...para uma plataforma de gamificação está muito cru. Acho que poderia ser assim mais bem elaborada no quesito de cores e botões e talvez pra poder atrair mais um pouco a atenção...”*.

Participante 11: *“...senti falta de algumas cores, achei bem monocromática...”*.

Em relação a possíveis mudanças que seriam implementadas pelos participantes, se possível (questão 5), três (21,43%) relataram que não mudariam nada na PGE-UML. Dois participantes (14,28%) propuseram centralizar mais os itens das páginas. A junção da parte do perfil com o ícone inicial e um botão “voltar” para cada pergunta foi colocada por um participante (participante 2). A barra superior de carregamento foi criticada por um participante (participante 4), sendo que ele propôs dar um significado para ela. Esse mesmo participante relata que no início do processo de interação ficou esperando a barra superior carregar, e após um tempo, verificou que se tratava de uma barra de progresso, sendo carregada quando se avança nas perguntas. A disposição das respostas, no caso das perguntas de completar verdadeiro (V) e falso (F) e as de completar com palavras foram citadas por três participantes (participantes 8, 10 e 11). Eles apontaram que a ferramenta deveria explicar o que erraram e colocar a porcentagem que o usuário acertou nas questões com muitas opções de completar. O participante 13 indicou que colocaria exemplos visuais do conteúdo de cada pergunta, contendo, por exemplo, figuras. O

participante 14 apontou que deveria ter um *feedback* do que foi respondido errado. Seguem alguns relatos transcritos na íntegra:

Participante 02: *“...juntar a parte do perfil no ícone com a inicial, e implementar um botão de voltar para cada pergunta...”*.

Participante 04: *“...tiraria a barra de carregamento superior ou daria um significado para ela, ou era apenas estético, imaginei que ela iria carregar, sendo ela para mostrar o progresso, teria que ter um significado...”*.

Participante 10: *“...colocaria as perguntas mais no meio e fazer a parte se na resposta forem cinco palavras por exemplo, daria a pontuação referente as que o mesmo acertou...”*.

Participante 11: *“...as questões de completar. O usuário pode ter dificuldade de entender que deve clicar na resposta para ela ir completar a frase. Acho que um tutorial pelo menos nas primeiras perguntas, no caso, em uma de cada de tipo inicialmente...”*.

Participante 13: *“... na hora de responder as frases, eu adicionaria exemplos visuais dos exemplos que estão sendo perguntados. Colocaria na tela figuras do conteúdo. Gostaria de entender onde errei e não apenas memorizar o conteúdo...”*

Participante 14: *“...acho que deveria colocar o porque errou, uma explicação. Algo mais visual...”*.

Em relação sobre ter acontecido algo inesperado durante o uso da plataforma (questão 6), sete participantes (50%) afirmaram não terem passado por nenhuma experiência desse tipo. Um participante relatou que a primeira pergunta não se tratava em si de uma questão, mas sim de uma explicação, dessa forma, ele ficou procurando a opção de marcar a resposta. Outro participante (9) relatou que ficou confuso no sistema de pontuação. O participante 12 relatou a questão das conquistas, sendo surpreendido positivamente, pelo engajamento. O participante 14 expôs a finalização da fase, onde ele não conseguiu identificar se era para continuar ou não; neste caso, ele clicou em continuar e eram apenas 11 perguntas, e ele foi respondendo as fases seguintes. Os relatos desta questão foram os seguintes (transcritos na íntegra):

Participante 02: *“...são 11 questões, sendo que a primeira não é uma questão em si, não tem opção de marcar, não encontrei opção de marcar, somente um texto explicativo sobre a UML, tinha que passar pra frente e quando passa, já estava pergunta 2. Essa experiência causou um certo estranhamento...”*

Participante 12: “... o que me surpreendeu foi a quantidade de conquista, que foi uma experiência positiva, que quando mais tem, mais engaja para ficar na plataforma realizando tarefas ...”

Participante 14: “... 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 pra continuar. Foi uma experiência negativa, pois tive que responder mais perguntas e atrasei chegar o que a tarefa pedia, respondi mais do que pedia ...”

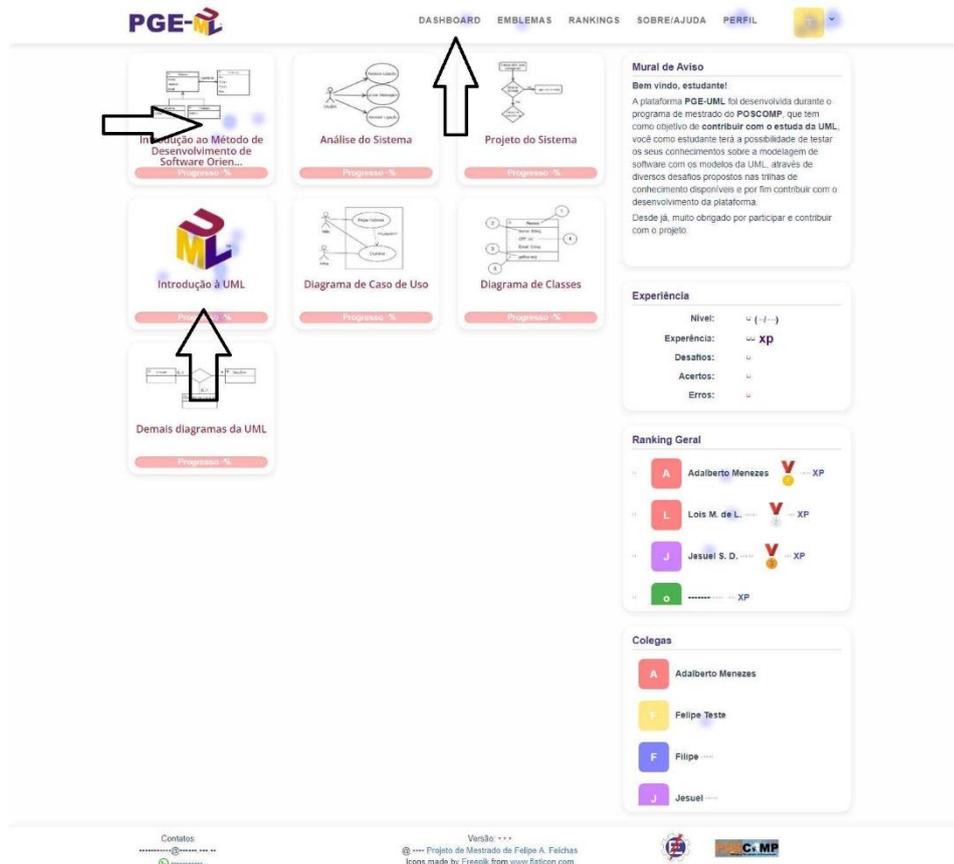
### 4.3 Uso da ferramenta *Microsoft Clarity* na avaliação

A configuração da ferramenta *Microsoft Clarity* foi realizada manualmente, sendo que ao criar o projeto, ela gera um código de rastreamento que deve ser inserido dentro do elemento `<head>` do *site* a ser configurado. A partir dessa inserção, automaticamente as sessões dentro do *site* são monitoradas. A seguir, está o código utilizado para a configuração da PGE-UML com a ferramenta *Microsoft Clarity*. Essa ferramenta está disponível no *site*: <https://clarity.microsoft.com/>.

```
<script type="text/javascript">
  (function(c,l,a,r,i,t,y) {
    c[a]=c[a]||function(){(c[a].q=c[a].q||[]).push(arguments)};
    t=l.createElement(r);t.async=1;t.src="https://www.clarity.ms/tag/"+i;
    y=l.getElementsByTagName(r)[0];y.parentNode.insertBefore(t,y);
  })(window, document, "clarity", "script", "m8btx52lvh");
</script>
```

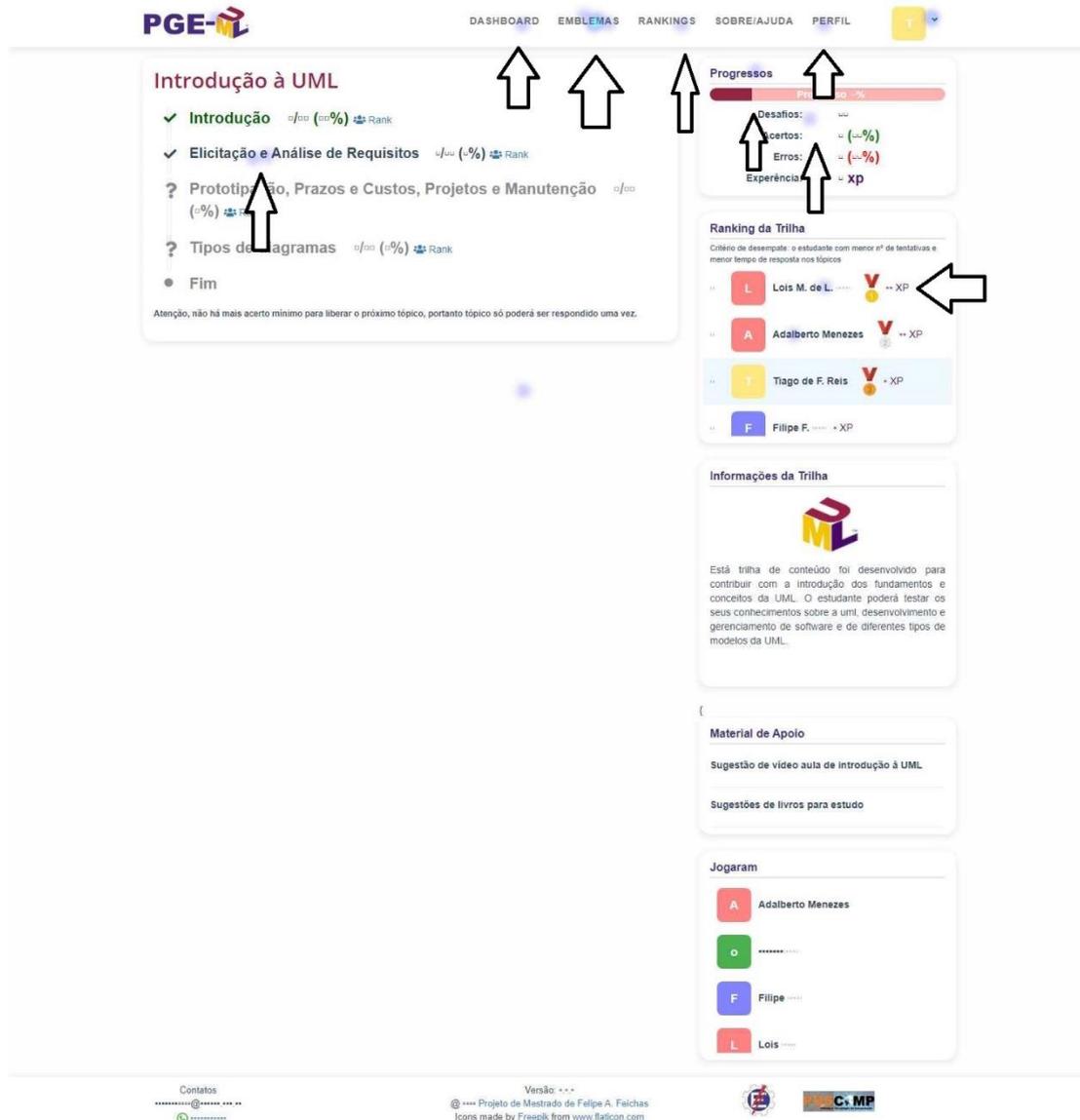
Após o teste de usabilidade, a ferramenta *Microsoft Clarity* gerou mapas de calor para identificar onde ocorreram mais cliques. Foram informados parâmetros de busca para que os dados resultantes estivessem entre 18 e 20 de setembro de 2024 (período de condução do teste de usabilidade).

A Figura 9 apresenta o mapa de calor da tela inicial da PGE-UML. Percebe-se, pela imagem, que apesar de o roteiro fornecido aos participantes não ter indicado a realização da fase “Introdução ao Método de Desenvolvimento de *Software* Orientado a Objetos”, houve cliques nesta fase.



**Figura 9.** Mapa de calor da tela inicial da PGE-UML. Fonte: Microsoft Clarity.

Quando analisada a tela da trilha “Introdução à UML”, percebe-se que, a partir dela, os participantes já acessavam as abas emblemas e *ranking*. Embora não estivesse nas tarefas, houve muitos cliques no item *Dashboard*, que, ao clicar, retornava para a tela inicial da trilha. A Figura 10 mostra o mapa de calor da tela inicial da trilha “Introdução à UML”.



**Figura 10.** Mapa de calor da tela inicial da trilha “Introdução à UML”. Fonte: Microsoft Clarity.

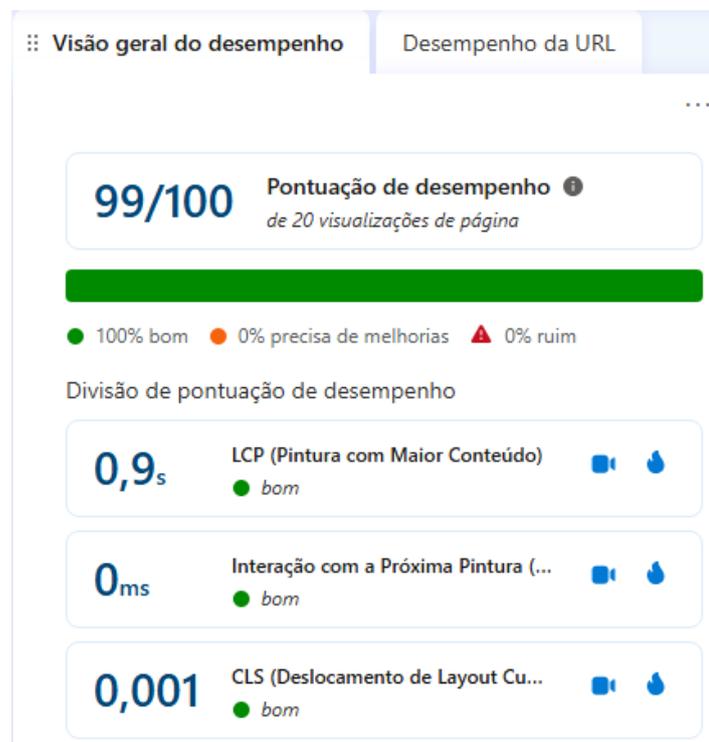
Com a utilização de técnicas de *Machine Learning*, a ferramenta utilizada gerou *insights*. As principais percepções foram:

- A maioria dos usuários não rolou a página além de 45% da profundidade total;
- O elemento mais clicado por último foi EMBLEMAS, seguido por RANKINGS;
- Deve-se reestruturar o conteúdo na página para que fique visível, da altura 662.6923px acima, para engajar os usuários que não chegaram a rolar a tela até o final da página. Indica que seria melhor os elementos mais

importantes estarem todos visíveis na tela nessa área, dispensando a rolagem da tela.

Outro parâmetro analisado pela ferramenta *Microsoft Clarity* foi a profundidade de rolagem, demonstrando se o usuário rolou a tela do *site* até o final. A profundidade de rolagem média durante o uso foi de 78,53%.

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*, 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 Figura 11 apresenta a avaliação de desempenho da PGE-UML, considerando as três métricas citadas.



**Figura 11.** Pontuação de desempenho de acordo com as métricas LCP, INP e CLS. Fonte: *Microsoft Clarity*.

A avaliação da UX de acordo com a ferramenta *Microsoft Clarity* foi boa, e a ferramenta não retornou nenhuma indicação de possíveis alterações, com exceção

---

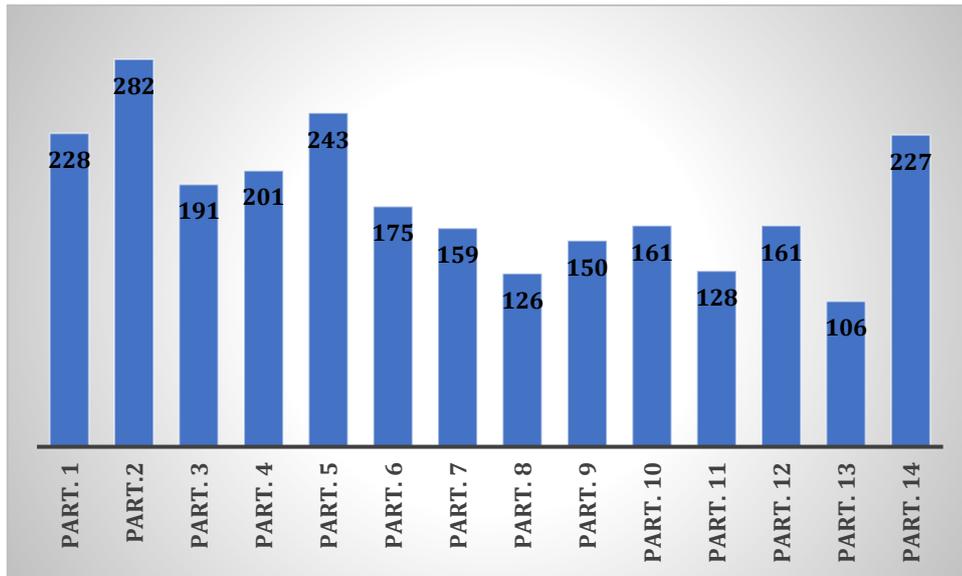
da indicação de posicionar os elementos mais importantes sem que o usuário tenha que rolar a página até o final.

#### 4.4 Gravação do teste de usabilidade

Durante a aplicação do teste de usabilidade, a tela do computador utilizado foi gravada. A gravação permitiu a extração de dados importantes, como erros cometidos, quantidade de cliques, tempo de realização de cada tarefa e a verificação da realização, de fato, das tarefas propostas (eficácia). O teste de usabilidade de cada participante foi aplicado sem interrupções. Essa medida teve como objetivo a exclusão da influência do fator tempo, que, conforme Albert e Tullis (2023), devem ser desconsideradas pausas durante o teste, como, por exemplo, o usuário parar para tomar um café ou até mesmo ir ao banheiro. Para melhor entendimento e análise, o tempo foi padronizado em segundos.

A tarefa 1 consistiu no preenchimento de dados básicos para acesso à PGE-UML e a criação de *login* e senha. O maior tempo empregado foi 282 segundos e o menor 106 segundos. A média foi 181 segundos e o desvio padrão 48,26 segundos. A Figura 12 mostra o gráfico de tempo, em segundos, gasto por cada participante na tarefa 1. Na realização da tarefa 1, não houve erros por parte dos participantes, sendo concluída por todos.

Na tarefa 2, o participante precisava acessar a aba do perfil e alterar seu nome, inserindo o número 2024 ao final dele. Alguns participantes (3, 4, 11 e 14), ao analisarem o roteiro de atividades, já o fizeram quando estavam realizando a tarefa 1. Embora tenham realizado a tarefa 2 em conjunto com a tarefa 1, o tempo gasto para inserir o número 2024 não influenciou no tempo de realização da tarefa, pois os tempos desses participantes ficaram distantes dos tempos máximos gastos na tarefa 1 e os participantes já se encontravam na tela de cadastro no momento do preenchimento do nome, inserindo o número 2024.

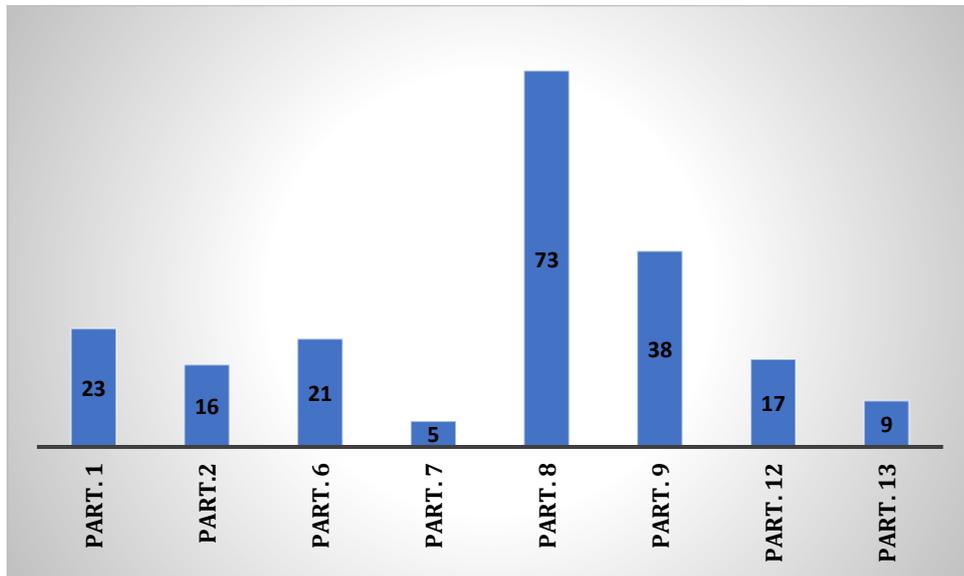


**Figura 12.** Tempo gasto na tarefa 1 por participante. Fonte: O autor.

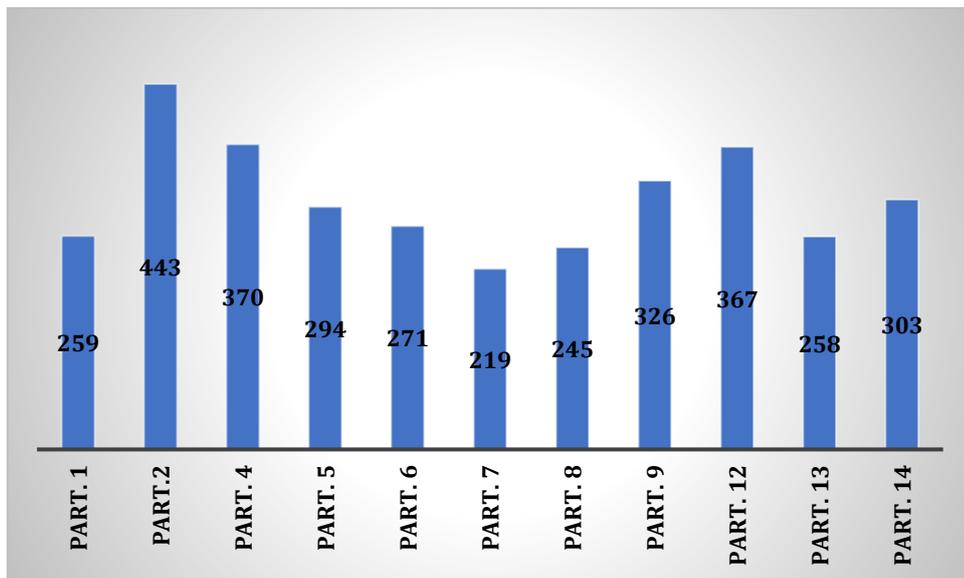
Os tempos na tarefa 1 desses participantes foram, respectivamente, 191, 201, 128 e 227 segundos. Dessa forma, a tarefa 2 desses participantes será excluída da análise dos dados na tarefa 2. Deve-se pontuar que os participantes 5 e 10 não realizaram a tarefa 2, sendo, também, excluídos da análise por esse motivo. Embora a não realização da tarefa seja fator determinante da eficácia, os participantes que não realizaram a tarefa 2 não comprometeram essa análise, pois eles nem sequer tentaram realizá-la, e não por terem cometido algum erro durante a sua realização. O maior tempo para a realização da tarefa 2 foi 73 segundos, e o menor 5 segundos. A média foi 25 segundos e o desvio padrão 20,29 segundos. A Figura 13 ilustra o gráfico do tempo gasto, em segundos, na realização da tarefa 2, dos participantes que foram considerados na análise.

Na tarefa 3, o participante deveria jogar a fase “Introdução”, composta por 11 questões, dentro da trilha “Introdução à UML”, composta por quatro fases. Três participantes (3, 10 e 11) erraram a trilha, acessando, equivocadamente, a trilha “Introdução ao Método de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos”. Dessa forma, esses três participantes foram excluídos da análise. Embora os participantes 3, 10 e 11 tenham errado a trilha, eles realizaram tarefas semelhantes, com fases sobre conteúdo da UML e a trilha “Introdução à UML”. Isso posto, os tempos desses três participantes serão analisados separadamente. O maior tempo gasto na realização da tarefa 3 foi de 443 segundos e o menor 219 segundos. A média foi 305 segundos e o desvio padrão 63,36 segundos. A Figura 14 mostra o

gráfico de tempo por participante, em segundos, excluindo os participantes anteriormente citados.



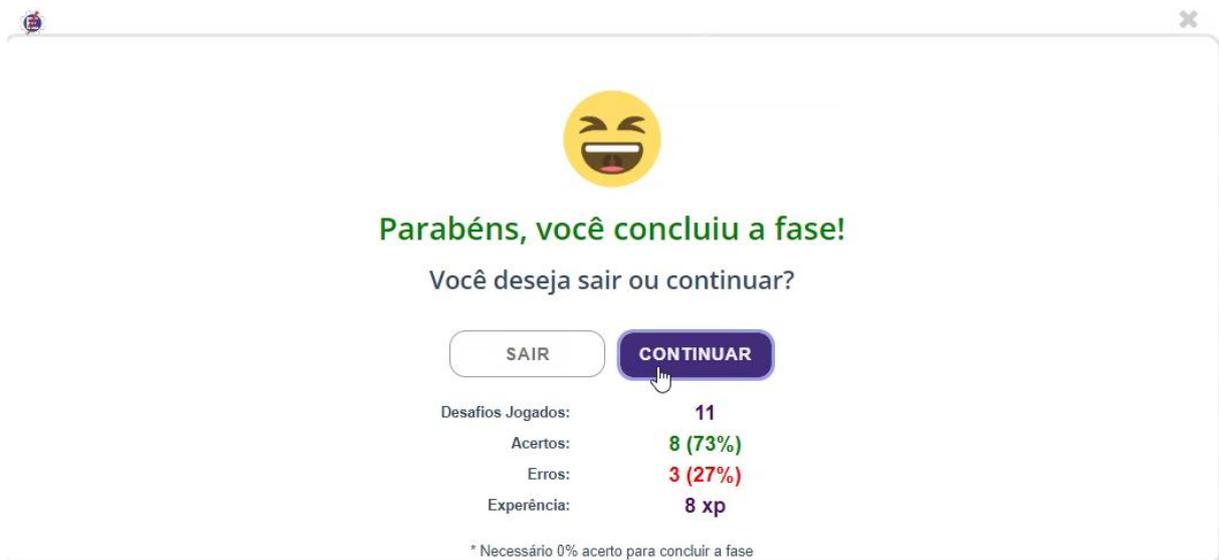
**Figura 13.** Tempo gasto na tarefa 2 por participante. Fonte: O autor.



**Figura 14.** Tempo gasto na tarefa 3 por participante. Fonte: O autor.

Durante a realização da tarefa 3, vários participantes enfrentaram dificuldades para realizá-la, no que tange à sua finalização. Ao final da fase, recorrentemente, os usuários confundiram a tela que era mostrada, a qual possuía dois botões: “sair” e “continuar”. Os participantes, erroneamente, clicaram no botão “continuar”, sendo direcionados para a segunda fase, quando, na verdade, a tarefa previa apenas a realização da primeira fase. Nesse momento, alguns participantes chegaram a jogar

as quatro fases da trilha “Introdução à UML”. A Figura 15 exibe a tela em que os participantes se confundiram.



**Figura 15.** Tela apresentada na conclusão das fases da PGE-UML. Fonte: PGE-UML.

Ressalta-se que a fase era concluída, assim, os dados apresentados na Figura 14 representam o tempo até a finalização da primeira fase, que é a que consta no roteiro entregue aos participantes, desconsiderando a atividade e o tempo empregado na continuação das fases. Com a gravação da tela, foi possível aferir o tempo “desperdiçado” por cada participante que ultrapassou a primeira fase.

O participante 1 jogou a segunda, a terceira e a quarta fases, pelo motivo já explicado, gastando 1.416 segundos nessa atividade. O participante 2 seguiu na mesma linha, porém conseguiu perceber o erro, clicando imediatamente no botão “X”, localizado no canto superior direito, saindo, assim, da segunda fase. Este participante gastou 10 segundos para corrigir seu erro. Da mesma forma, o participante 4 fez, após compreender que havia errado, conseguindo sair da fase em quatro segundos.

O participante 5 foi o único que conseguiu realizar a tarefa conforme as regras estabelecidas, isento de erros. O participante 6 errou a trilha, clicando na trilha “Introdução ao Método de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos”; ao ler mais atentamente o roteiro, percebeu que tinha errado, saindo dela e entrando na trilha e fase corretas. Este participante gastou 19 segundos em seu erro. Ao final da primeira fase, ele confundiu os botões “sair” e “continuar” e prontamente percebeu o erro, saindo da fase imediatamente, gastando, nessa ação, quatro segundos.

O participante 7 também se equivocou ao finalizar a primeira fase, clicou no botão continuar e realizou a segunda e a terceira fases; ao adentrar na quarta fase, percebeu seu erro e saiu, voltando à página inicial. Nessa ação, ele gastou 379 segundos. Nesse mesmo sentido, o participante 8 continuou após a realização da primeira fase, aventurando-se na segunda, terceira e quarta fases, cumprindo toda a trilha “Introdução à UML”. Para tanto, empregou 482 segundos. O participante 9, similarmente aos participantes 2 e 6, errou e clicou no botão “continuar”, e percebeu o erro, clicando no “X” superior direito, saindo da segunda fase. Esse processo demorou 11 segundos. Os participantes 12 e 13 seguiram a mesma linha, conseguindo sair da fase incorreta em três e quatro segundos, respectivamente. Por fim, o participante 14 continuou para as fases seguintes, jogando a segunda e a terceira; na quarta fase, percebeu seu engano, saindo no início dela e gastando 364 segundos.

Conforme já mencionado, os participantes 3, 10 e 11 jogaram a trilha errada: “Introdução ao Método de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos”, com sua primeira fase “Paradigma de Desenvolvimento Orientado a Objetos”, contendo apenas cinco questões. Todos os três participantes se confundiram no final da fase, clicando em “continuar”, e jogaram a segunda e a terceira fases; na quarta, perceberam os erros e saíram do sistema. Essas ações extras envolveram 407, 524 e 344 segundos, respectivamente, para os participantes citados.

Na tarefa 4, o participante precisava visualizar seu progresso e os dos colegas, na aba *ranking*. Essa opção também está disponível no lado direito da tela. A Figura 16 mostra essas opções.

Todos os participantes conseguiram realizar a tarefa 4, com exceção do participante 7. O maior tempo gasto foi 74 segundos e o menor 14 segundos, pelos participantes 2 e 8, respectivamente. A média foi de 29 segundos e o desvio padrão foi 14,97 segundos. A Figura 17 mostra o gráfico de tempo gasto, em segundos, na tarefa 4 por participante.

A tarefa 5 solicitou que o participante visualizasse os emblemas conquistados e os que ainda não tinha conquistado, sendo que 11 participantes realizaram a tarefa. Os participantes 4, 11 e 14 não a realizaram, sendo excluídos da análise dos dados. O maior tempo gasto na realização dessa tarefa foi 73 segundos e o menor foi nove. A média de tempo gasto foi 30 segundos e o desvio padrão foi 19,68

segundos. A Figura 18 remete ao gráfico de tempo gasto, em segundos, na tarefa 5 por participante.

The screenshot shows the PGE-UML dashboard. The main content area displays the course title "Introdução ao Método de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos" and a list of topics with their completion status and rank icons. The topics are:

- Paradigma de desenvolvimento OO: 3/5 (60%) Rank
- Análise e Design de Software e o Processo Unificado: 2/5 (40%) Rank
- Modelagem e a UML: 0/5 (0%) Rank
- Fim

Below the topics, a note states: "Atenção, não há mais acerto mínimo para liberar o próximo tópico, portanto tópico só poderá ser respondido uma vez." On the right side, there are two panels:

- Progressos:** Shows a progress bar at 67%. Below it, statistics are listed: Desafios: 15, Acertos: 5 (50%), Erros: 5 (50%), and Experiência: 5 xp.
- Ranking da Trilha:** Lists the top three students based on the number of attempts and response time. The criteria are: "Critério de desempate: o estudante com menor nº de tentativas e menor tempo de resposta nos tópicos". The ranking is:
  1. Jesuel S. D. 2024 (8 XP)
  2. Adalberto Menezes (6 XP)
  3. Joel V. 2024 (5 XP)

Figura 16. Local de acesso do *ranking*. Fonte: PGE-UML.

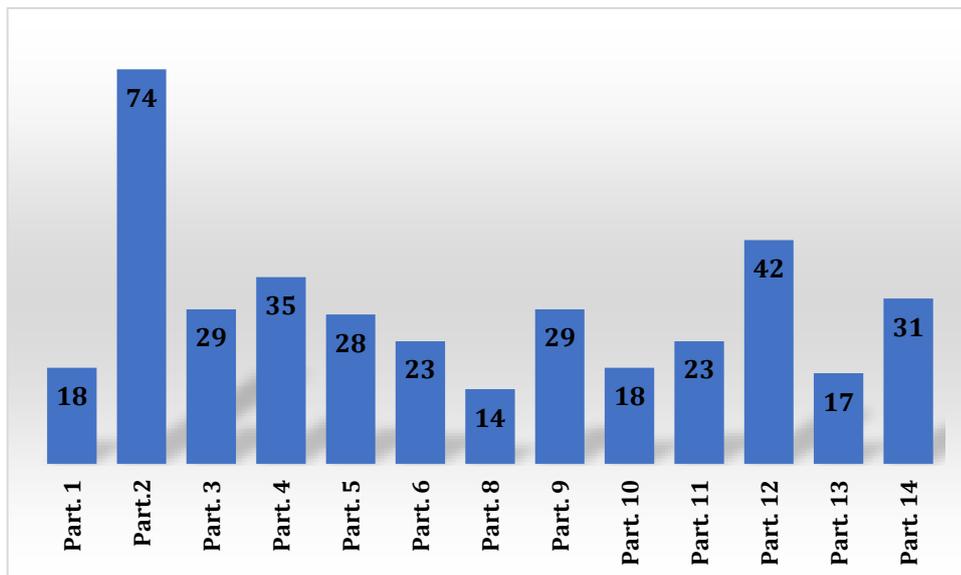
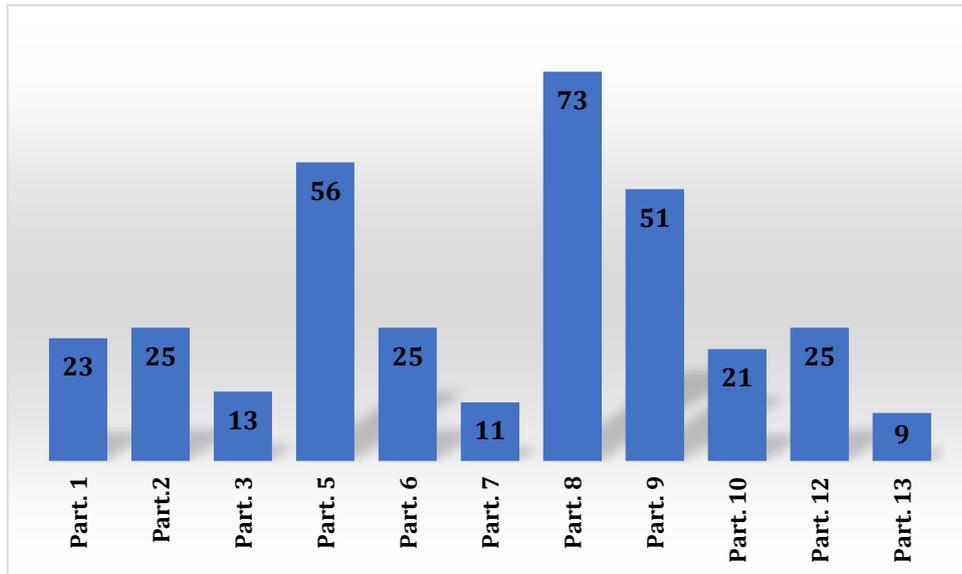


Figura 17. Tempo gasto na tarefa 4 por participante. Fonte: O autor.

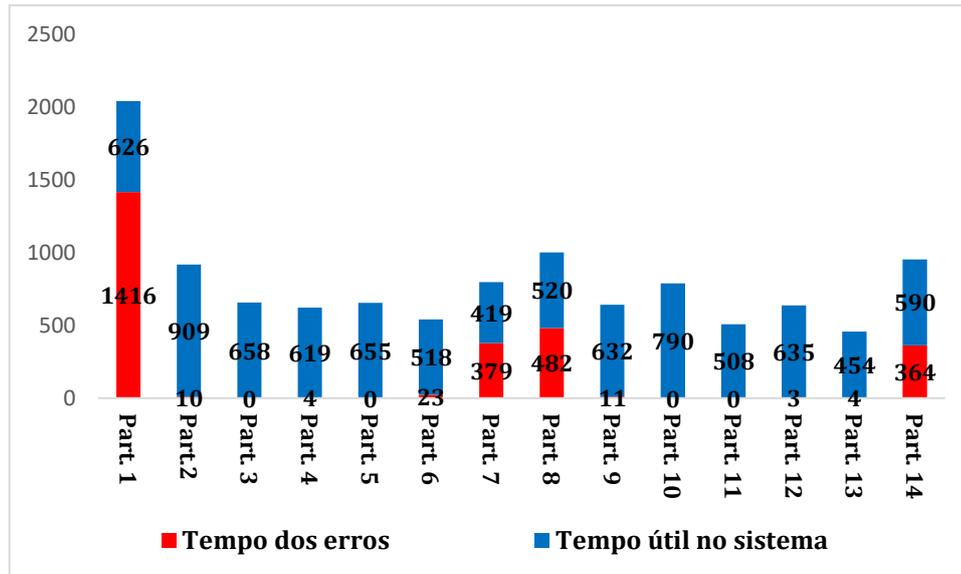


**Figura 18.** Tempo gasto na tarefa 5 por participante. Fonte: O autor.

O participante 5 errou ao procurar a aba “emblemas”, clicando no ícone do perfil; ao perceber que tinha errado, conseguiu acessar a aba corretamente, confirmando a realização da tarefa. O participante 14, ao tentar realizar a tarefa, acessou a opção de alteração da senha. Ao perceber que não era o que se pedia, saiu do sistema, não realizando a tarefa.

Com a finalização das cinco tarefas contidas no teste de usabilidade, pode-se verificar o tempo total que cada participante ficou conectado na plataforma PGE-UML. Nesse sentido, há dois tempos quando se considera todo o período conectado na plataforma. Define-se como tempo total, o intervalo entre o *login* na plataforma e o *logout*. Estabelece-se como tempo útil, o tempo total, subtraindo dele o tempo dos erros cometidos na tarefa 3, como a ultrapassagem da primeira fase para as próximas. Os tempos dos participantes 3, 10 e 11, que se equivocaram na trilha, foram considerados em sua totalidade, não havendo tempo de erro. Ressalta-se que nenhum desses tempos foi máximo ou mínimo.

O maior tempo total foi do participante 1, computando 2.042 segundos e o menor tempo total foi do participante 13, com 458 segundos. O menor tempo útil foi realizado pelo participante 7 (419 segundos) e o maior tempo útil ficou com o participante 2 (909 segundos). A Figura 19 ilustra um gráfico com o tempo de erros e útil por participante, em segundos.



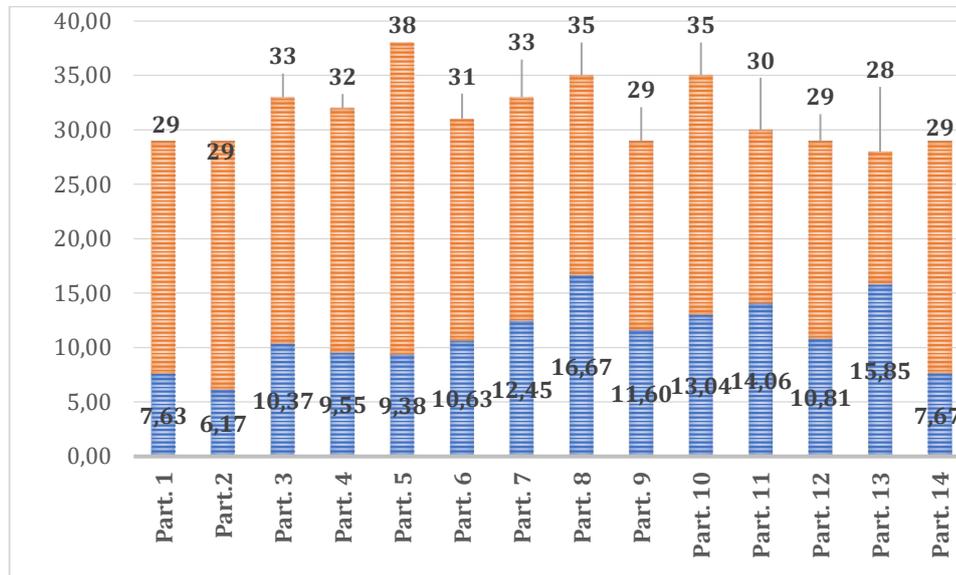
**Figura 19.** Tempo total no sistema (tempo de erros + tempo útil). Fonte: O autor.

A partir da gravação da tela, foi possível contabilizar a quantidade de cliques que cada participante fez durante o teste. Na tarefa 1, a maior quantidade de cliques foi de 38, pelo participante 5. A menor quantidade de cliques foi 28, pelo participante 13. A média de cliques para a realização da tarefa 1 foi de 31,43. Ao relacionar a quantidade de cliques com o tempo, o participante 13 fez a menor quantidade de cliques e a tarefa 1 em menor tempo (106 segundos), e teve uma média de 15,85 cliques/minuto; este participante pontuou em 77,5 na escala SUS. Já o participante com mais cliques (5) gastou o segundo maior tempo na tarefa (243 segundos), com uma média de 9,38 cliques/minuto. A média entre os participantes de cliques/minuto foi de 11,13. A Figura 20 aponta a quantidade de cliques e a média de cliques/minuto de cada participante.

A tarefa 2, que consistia em adicionar ao final do nome do participante o numeral 2024, teve média de 18,74 cliques/minuto. Por se tratar de uma tarefa simples, a maior quantidade de cliques necessária foi seis (participantes 1, 2 e 8) e a menor quantidade de cliques foi três, pelo participante 9.

Para analisar a quantidade de cliques na tarefa 3, seguiu-se o mesmo princípio da análise de tempo, aplicado anteriormente, onde se excluiu os participantes que acessaram a trilha errada (participantes 3, 10 e 11). A média de cliques para a tarefa 3 foi de 43 cliques. A menor quantidade de cliques foi a do participante 14, com 31 cliques em 303 segundos, média de 9,42 cliques/minuto. A

maior quantidade de cliques foi realizada pelo participante 2, com 48 cliques, em 443 segundos, com média de 6,50 cliques/minuto.



**Figura 20.** Quantidade de cliques e média de cliques/minuto por participante. Fonte: O autor.

Embora os participantes 3, 10 e 11 não tenham realizado a tarefa 3 como solicitado, eles acessaram a mesma trilha. Dessa forma, é possível analisar seus resultados separadamente do restante da amostra, comparando seus dados entre si. Assim, o maior número de cliques foi o do participante 10 (96 cliques), sendo que esse participante gastou 524 segundos, obtendo média de 10,99 cliques/minuto. A menor quantidade de cliques foi do participante 11 (72 cliques), com 344 segundos, tendo média de 12,55 cliques/minuto. Embora a trilha acessada por esses participantes não estivesse nas tarefas (Introdução ao Método de Desenvolvimento de *Software* Orientado a Objetos), na fase 1 dessa trilha, foi possível perceber um problema sério, mesmo não sendo citado pelos participantes.

A primeira questão solicitava ao usuário que organizasse os elementos do mais concreto ao abstrato, enumerando-os: planeta, CEP, bairro etc. Ocorre que, na tela, esses itens não aparecem em sua totalidade. A disposição do botão “corrigir” na mesma tela confunde os participantes e eles não rolaram a tela para baixo, para visualizarem todos os itens que deveriam ser organizados. Os participantes marcaram os itens que se apresentaram na tela, e o botão “corrigir” não habilitou (ele fica azul quando o participante seleciona uma resposta para indicar que a questão está apta para ser corrigida); só após perceberem que o botão não mudou

de cor, que os participantes rolaram a tela para baixo, tendo acesso às outras opções. Pela natureza da questão, todos os itens enumerados tiveram que ser desmarcados e os usuários iniciaram a questão do início. As Figuras 21 e 22 apresentam o problema relatado.

Paradigma de desenvolvimento OO 1/5

Acertaram

1xp Fácil

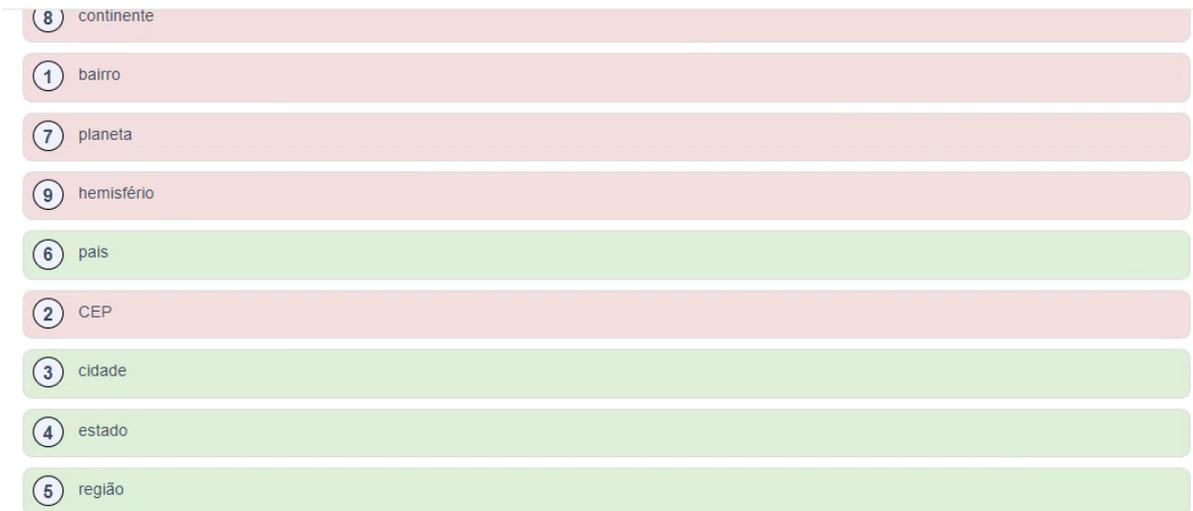
Organizar os seguintes elementos do mais concreto ao mais abstrato

- via lactea
- continente
- bairro
- planeta
- hemisfério
- pais
- CEP

CORRIGIR

**Figura 21.** Questão 1 da fase Paradigma de desenvolvimento OO com parte oculta. Fonte: PGE-UML.

Na tarefa 4, o usuário deveria visualizar seu progresso pelo *ranking* e o progresso de algum colega. A maior quantidade de cliques foi feita pelo participante 8, com 20 cliques, levando 73 segundos (maior tempo). Alguns participantes não efetuaram nenhum clique para a referida tarefa, pois o *ranking* está disposto ao lado direito da tela, bastando, para ver o progresso de algum colega, levar o *mouse* sobre ele e utilizar o botão *scroll wheel* (botão de rolagem do meio do *mouse*). Dessa forma, os participantes 9, 10 e 13 o fizeram, não utilizando cliques. A média de cliques da tarefa 4 foi 4,6. O participante 8 gastou mais cliques (20 cliques), pois verificou muitos colegas, clicando sobre seus respectivos nomes. O acesso ao *ranking* pode ser por essa disposição à direita ou pelo *menu* superior, conforme mostra a Figura 23.



**Figura 22.** Questão 1 da fase Paradigma de desenvolvimento OO com a parte que estava oculta (Figura 22) à mostra. Fonte: PGE-UML.

Na tarefa 5, o participante deveria visualizar seus emblemas, e, logo após, sair do sistema. Na realização dessa tarefa, a média foi 3,3 cliques. O participante 5 foi o que mais clicou (oito vezes). Os participantes 1, 3, 4 e 11 realizaram apenas dois cliques para a realização da tarefa 5.

**PGE-UML** DASHBOARD EMBLEMAS RANKINGS SOBRE/AJUDA PERFIL M

### Introdução à UML

- ✓ **Introdução** 7/11 (64%) Rank
- ✓ **Elicitação e Análise de Requisitos** 0/12 (0%) Rank
- ? **Prototipação, Prazos e Custos, Projetos e Manutenção** 0/11 (0%) Rank
- ? **Tipos de diagramas** 0/26 (0%) Rank
- **Fim**

Atenção, não há mais acerto mínimo para liberar o próximo tópico, portanto tópico só poderá ser respondido uma vez.

#### Progressos

Progresso 18%

Desafios:	60
Acertos:	7 (64%)
Erros:	4 (36%)
Experiência:	8 xp

#### Ranking da Trilha

Critério de desempate: o estudante com menor nº de tentativas e menor tempo de resposta nos tópicos

1	T	Tiago de F. R. 2024	54 XP
2	J	João P. 2024	30 XP
3	V	Victor K. F. 2024	26 XP
4	L	Lois M. de L. 2024	24 XP

**Figura 23.** Disposições do ranking. Fonte: PGE-UML.

Por fim, foi realizado um cruzamento com as variáveis tempo total na plataforma, cliques e avaliação da PGE-UML na escala SUS. Para tanto, dividiu-se os participantes em três grupos, de acordo com a pontuação da escala SUS, seguindo a classificação de Bangor *et al.* (2009): de 86 a 100 pontos (melhor imaginável), de 74 a 85,5 pontos (excelente) e de 53 a 73,5 (boa). O Quadro 17 mostra os participantes que pontuaram na escala de “melhor imaginável” com seus tempos em segundos, a quantidade de cliques, a pontuação na escala SUS e a média de cliques/minuto, respectivamente.

**Quadro 17.** Quantidade de cliques, tempo total no sistema, pontuação SUS e média de cliques/minuto, por participante, classificado na escala “melhor imaginável”. Fonte: O autor.

<b>Partic.</b>	<b>Média de cliques/minuto</b>	<b>Total de Cliques</b>	<b>Pontuação SUS</b>	<b>Tempo total no sistema</b>
<b>1</b>	7,70	262	92,5	2042
<b>2</b>	5,94	91	90	919
<b>3</b>	10,85	119	90	658
<b>4</b>	7,90	82	90	623
<b>5</b>	8,43	92	95	655
<b>6</b>	10,20	92	95	541
<b>9</b>	7,93	85	87,5	643
<b>12</b>	7,99	85	100	638

O participante 1 teve o maior tempo e a maior quantidade de cliques (2042 segundos e 262 cliques), e avaliação da PGE-UML em 92,5 pela escala SUS. O referido participante confundiu o botão “sair” ao final de cada fase, clicou em “continuar” e jogou as quatro fases da trilha “Introdução à UML”.

O participante 12, que avaliou a PGE-UML em 100 pontos na escala SUS, gastou menos tempo e menos cliques, pois ele não realizou todas as fases da trilha “Introdução à UML”. Errou ao final da primeira fase o botão “sair”, clicando em “continuar”, mas em 23 segundos percebeu o erro e saiu da segunda fase.

Os participantes que ficaram na faixa “excelente”, entre 74 e 85,5 pontos na escala SUS, segundo a classificação de Bangor *et al.* (2009), foram cinco. Desse grupo, o participante que ficou mais tempo na plataforma PGE-UML foi o 8, com 226 cliques, pontuação SUS de 85 e média de cliques/minuto igual a 13,53. O Quadro 18 mostra os participantes que pontuaram na escala excelente, com seus tempos em segundos, a quantidade de cliques, pontuação na escala SUS e a média de cliques/minuto, respectivamente.

**Quadro 18.** Quantidade de cliques, tempo total no sistema, pontuação SUS e média de cliques/minuto, por participante, classificado na escala “excelente”. Fonte: O autor.

Partic.	Média de cliques/minuto	Total de Cliques	Pontuação SUS	Tempo total no sistema
7	14,51	193	80	798
8	13,53	226	85	1002
10	10,25	135	85	790
11	12,52	106	80	508
13	11,14	85	77,5	458

Por fim, o único participante que classificou a PGE-UML na faixa “boa”, segundo Bangor *et al.* (2009), foi o participante 14, com 57,5 pontos na escala SUS. O referido participante permaneceu no sistema por 954 segundos, realizando 121 cliques, com média de 7,61 cliques/minuto.

A tarefa 2 consistia na alteração do perfil, inserindo o numeral 2024 ao final de seu nome. Percebeu-se que a maioria dos participantes confundiram o ícone “perfil”, localizado no *menu* superior, com o ícone que contém a inicial de seu nome. É comum em *sites*, a alteração do perfil ocorrer clicando nesse ícone, o qual, quando o participante insere sua foto no perfil, fica à mostra, induzindo que ali é a edição do perfil. Vários participantes, ao procurarem o perfil para fazer a alteração solicitada na tarefa 2, clicaram nesse ícone, achando que teriam a opção de edição do perfil, sendo que o perfil deveria ser acessado no botão ao lado, com o nome “perfil” disposto ao final dos botões do menu superior. A Figura 24 aponta esse problema.



**Figura 24.** Disposição do botão perfil. Fonte: PGE-UML.

---

A próxima seção busca relatar os achados desta pesquisa, descrever os problemas encontrados e propor, para cada um, uma sugestão de solução, conforme requerido no protocolo de aplicação do teste de usabilidade (BARBOSA; SILVA, 2010; UEHARA, 2022; HOLANDA *et al.*, 2023; SANTOS *et al.*, 2023; SILVA NETO *et al.*, 2023; SÁ *et al.*, 2024).

## 4.5 Relato sobre os resultados

Os botões “sair” e “continuar” confundiram 13 participantes (92,86%). Ao final de cada fase, os participantes deveriam retornar à tela inicial e realizar as outras tarefas; alguns participantes clicaram em “continuar” e ainda realizaram fases adicionais que não estavam no roteiro de atividades. Outros, ao identificarem o erro, saíram rapidamente da fase que acessaram por engano. Ficou evidente a necessidade de alteração da tela ao final de cada fase. A inserção de um outro botão com a identificação “voltar” pode ser uma solução, ou, até mesmo, alterar o rótulo da interface do botão, de “sair” para “voltar ao início” ou “sair da fase”. A Figura 15 exibe a disposição desses botões.

A barra de progresso induziu dois participantes ao erro, pois eles imaginaram que se tratava de uma barra de carregamento. Embora barras de progressos sejam comuns em *games*, a inserção de um nome a ela pode melhorar o entendimento, como a inserção de uma identificação de “barra de progresso”. É comum uma barra de carregamento antes do início de jogos. Inclusive, esse problema foi relatado pelo participante 4 durante a entrevista, ao ser indagado sobre o que ele mudaria na PGE-UML caso ele fosse o desenvolvedor: *“Tiraria a barra de carregamento superior ou daria um significado para ela, ou era apenas estético, imaginei que ela iria carregar, sendo ela para mostrar o progresso, teria que ter um significado, eu tiraria ela ou daria um significado”*. As Figuras 25 e 26 exibem a barra de progresso nas perguntas 1 e 2, respectivamente, da fase Introdução, da trilha Introdução à UML.

Introdução 1/11

Acertaram

1xp Fácil

A UML – Unified Modeling Language ou Linguagem de Modelagem Unificada – é uma linguagem visual utilizada para modelar softwares baseados no paradigma de orientação a objetos. É uma linguagem de modelagem de propósito geral que pode ser aplicada a todos os domínios de aplicação. Essa linguagem é atualmente a linguagem-padrão de modelagem adotada internacionalmente pela indústria de engenharia de software. Deve ficar bem claro, porém, que a UML não é uma linguagem de programação, e sim uma linguagem de modelagem, ou seja, uma notação cujo objetivo é auxiliar os engenheiros de software a definirem as características do sistema, como seus requisitos, seu comportamento, sua estrutura lógica, a dinâmica de seus processos e até mesmo suas necessidades físicas em relação ao equipamento sobre o qual o sistema deverá ser implantado.

PRÓXIMO

**Figura 25.** Barra de carregamento pergunta 1, fase Introdução à UML. Fonte: PGE-UML.

Introdução 2/11

Acertaram

1xp Fácil

A UML é uma linguagem visual utilizada para modelar softwares baseados no paradigma de orientação a objetos. Fonte: UML 2: uma abordagem prática, Guedes, 2018.

CORRIGIR

**Figura 26.** Barra de carregamento pergunta 2, fase Introdução, da trilha Introdução à UML. Fonte: PGE-UML.

Ainda sobre a pergunta 1 da fase Introdução, percebe-se que ela não possui opção de resposta, portanto, não se trata de uma pergunta, mas de uma nota explicativa do que é a UML (Figura 25). Este problema foi relatado pelo participante 2 durante a entrevista, quando perguntado se houve alguma situação inusitada durante a realização das tarefas: “A primeira questão, são 11 questões, sendo que a primeira não é uma questão em si, não tem opção de marcar, não encontrei opção

de marcar, somente um texto explicativo sobre a UML, tinha que passar para frente e quando passa, já estava pergunta 2. Essa experiência causou um certo estranhamento no início, acabei descendo e subindo a tela procurando alguma coisa. Foi mais estranhamento do que uma sensação ruim ou boa”. Para sanar esse problema, deve-se retirar essa nota explicativa e inserir uma questão com opções de resposta na primeira pergunta. Caso seja necessário continuar com a nota explicativa, deve-se exibi-la de outra forma, de modo que ela não transmita a impressão de se tratar de uma pergunta.

Três participantes acessaram equivocadamente a trilha “Introdução ao Método de Desenvolvimento e Software Orientado a Objetos”. Para evitar erros no acesso à trilha de introdução, deve-se arranjar as trilhas de forma sequencial na tela, onde as trilhas com conteúdo inicial ficariam dispostas no início, seguidas de trilhas com assuntos sequenciais ao da trilha anterior. Essa premissa leva em consideração que o usuário está acessando o sistema pela primeira vez e trabalhará nesse primeiro acesso com conteúdo introdutório à UML. Acredita-se que esse erro possa ter sido causado devido à disposição das trilhas na tela. Percebe-se que a trilha que causou o erro se encontra disposta no início, na primeira posição. A Figura 27 exhibe a disposição das trilhas dentro da plataforma PGE-UML.

The screenshot displays the PGE-UML dashboard. At the top, there is a navigation bar with the logo 'PGE-UML' on the left and menu items 'DASHBOARD', 'EMBLEMAS', 'RANKINGS', 'SOBRE/AJUDA', and 'PERFIL' on the right. A green profile icon with the letter 'M' is also visible. The main content area is a grid of six tracks, each with a UML diagram icon, a title, and a 'Progresso 0%' indicator:

- Introdução ao Método de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos**: Shows a class diagram with 'Cliente', 'Produto', and 'Pedido' classes.
- Análise do Sistema**: Shows a use case diagram with 'Usuário' actor and use cases 'Analisar Usuário', 'Criar Mensagem', and 'Remover Usuário'.
- Projeto do Sistema**: Shows a flowchart diagram.
- Introdução à UML**: Shows the PGE-UML logo.
- Diagrama de Caso de Uso**: Shows a use case diagram with 'Usuário' actor and use cases 'Procurar Produtos' and 'Comprar'.
- Diagrama de Classes**: Shows a class diagram for a 'Pessoa' class with attributes like 'Nome: String', 'CPF: int', 'Email: String', and 'endereço: endereço'.

On the right side, there is a 'Mural de Aviso' (Notice Board) section with the heading 'Bem vindo, estudante!' and a paragraph of text. Below it is an 'Experiência' (Experience) section showing a progress bar and statistics:

Nível:	1 (15/100)
Experiência:	15 xp
Desafios:	0
Acertos:	0

Figura 27. Disposição das trilhas na tela: Fonte: PGE-UML.

O acesso ao perfil do usuário também gerou confusão. Alguns participantes ao terem que executar a tarefa de inserção do numeral 2024 ao final do nome,

procuraram junto ao ícone do perfil. O perfil poderia estar disposto junto ao botão que possui a letra inicial do nome do usuário, sendo que, neste botão, seria possível a alteração da senha, realizar *logout* do sistema e a edição do perfil. É comum a disposição do perfil do usuário junto ao botão de *logout*, em *sites* e aplicativos. Esse problema foi exposto na Figura 24.

Garantir que as questões fiquem dispostas em sua totalidade na tela deve ser avaliado, ou, do contrário, retirar o botão “corrigir” e inseri-lo ao final das questões, sendo possível acessá-lo apenas se o usuário rolar a tela para baixo, tendo acesso a todas as opções da questão, conforme exibem as Figuras 21 e 22. Essa disposição das perguntas em que era necessária a rolagem para chegar ao final da questão causou demora entre os participantes para identificarem que ela tinha mais opções além das que eram apresentadas na tela. Após marcadas as respostas e ao notarem que havia mais opções, os usuários tiveram que iniciar do começo, pois a questão tratava sobre a enumeração de itens, do mais concreto ao abstrato.

Embora apenas dois participantes tenham relatado a falta do modo noturno, a inserção dessa funcionalidade pode ser indicada, considerando que o perfil dos usuários é de alto uso do computador diariamente e o modo noturno reduz o cansaço visual, permitindo uma leitura mais confortável.

O Quadro 19 apresenta um resumo dos problemas encontrados e relatados pelos participantes.

**Quadro 19:** Resumo dos problemas encontrados. Fonte: O autor.

<b>Problema encontrado</b>	<b>Descrição</b>
<b>Botão “Sair” e “Continuar”</b>	13 participantes erraram o botão “Sair” e “Continuar”, clicando em Continuar ao final de cada fase.
<b>Barra de progresso</b>	Dois participantes imaginaram que a barra de progresso seria uma barra de carregamento.
<b>Questão 1, trilha Introdução à UML</b>	Dois participantes relataram que a questão 01 não se trata efetivamente de uma pergunta, mas de uma nota explicativa.
<b>Disposição das trilhas</b>	Três participantes acessaram a trilha errada; acessaram a trilha que estava disposta na primeira posição.
<b>Botão perfil do usuário</b>	Alguns participantes ao tentarem alterar o nome (tarefa 2), procuraram essa opção no botão de perfil.
<b>Respostas que necessitam de enumeração</b>	Respostas de questões que necessitam serem marcadas em sequência correta, as quais dependem da visualização de todas as opções.

## 4.6 Discussão

Essa seção busca discutir os resultados para compreender se há relação entre os elementos extraídos das entrevistas, a gravação do teste e os questionários.

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, entre 15-34%. Essa avaliação foi realizada pelo participante 14. Ao dividir as questões do questionário SUS nas suas dimensões, percebe-se que esse mesmo usuário (14) avaliou a PGE-UML bem abaixo da média em todas as dimensões: Eficiência [(41,67), média (84,52)]; Satisfação [(58,34), média (85,12)]; Minimização de erros [(25), média (82,14)]; Facilidade de memorização [(50,00), média (80,35)] e facilidade de aprendizagem [(62,50), média (91,07)].

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. Este participante, durante a entrevista, afirmou que não tem conhecimento sobre UML, indicando que seria importante uma parte da PGE-UML que explique 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 relato do participante 14, sobre não possuir conhecimento prévio sobre a UML associado à sua baixa avaliação da ferramenta, converge para a literatura, a qual corrobora que jogos na área educacional devem ser concebidos considerando os diferentes níveis de conhecimentos de seus usuários, oferecendo apoio e recursos instrucionais (DETERDING *et al.*, 2011; HAMARI *et al.*, 2014). Uma alternativa pode ser a inserção de tutoriais, *feedback* e dicas contextuais, auxiliando no engajamento e no aprendizado dos usuários.

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 ao final do nome. Por fim, o mesmo participante não realizou a última tarefa, que consistia na visualização dos emblemas; ele foi na 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. Panakaduwa *et al.* (2024) apontam que o *design* das interfaces, atualmente, foca, especialmente, no engajamento e na retenção dos usuários, desconsiderando a fadiga cognitiva. Os autores destacam a necessidade de reduzir essa fadiga, com aspectos que levem em consideração a interação, o visual e a organização das informações, melhorando, assim, a experiência do usuário.

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. O referido usuário utiliza computador mais de 16 horas semanalmente, possui 22 anos e está no oitavo período do curso de Sistemas de Informação. O participante relata que um dos pontos mais positivos da PGE-UML são as conquistas, medalhas e 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...*”.

Hamari *et al.* (2014) afirmam que usuários que possuem histórico em utilizar jogos preferem respostas visuais rápidas e elementos que permitam a visualização do progresso dentro do contexto de utilização. A fala do usuário “... *geralmente aparece algo na tela, algo mais visual...*” evidencia que a interface da PGE-UML pode ser melhorada nesse quesito. Embora o participante 12 tenha apontado esses problemas, sua experiência geral foi positiva, motivando-o e engajando-o durante o uso da plataforma. Kapp (2012) aponta que a gamificação eficiente em ambientes educacionais deve combinar usabilidade, narrativas claras e recompensas

simbólicas, para que assim os usuários tenham engajamento sem comprometer a aprendizagem.

Nos dados obtidos com a escala SUS, oito participantes (57,14%) se enquadram na condição de “melhor imaginável” e cinco participantes (35,71%) se enquadram 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. Todos os quatro estudantes do curso de Ciência da Computação estão nesse grupo, até o 6º período do curso. Os outros quatro participantes que melhor avaliaram a PGE-UML são do curso de Sistemas de Informação e estão no 8º período. Nielsen (1993) aponta que sistemas que possuem alta usabilidade podem conter pequenos ruídos e que, mesmo assim, são bem recepcionados pelos usuários, desde que não interfiram no fluxo principal de realização das tarefas, embora tenham sugestões de refinamento.

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 82,14. 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 em relação a 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”*. O relato do participante 7 pode indicar que a PGE-UML fere o princípio da visibilidade e *feedback* imediato. Conforme Norman (2013), o sistema deve ser claro ao usuário sobre o que está acontecendo e quais são os procedimentos possíveis durante a utilização do sistema. De forma similar, o participante 14 se confundiu ao utilizar a PGE-UML, reforçando a necessidade de revisão da interface da plataforma ora avaliada, buscando deixar as instruções mais claras aos seus usuários.

Diante dos dados logrados, é possível indicar que, embora a avaliação da plataforma tenha sido alta, o maior problema de usabilidade se encontra na tela após a finalização de cada fase, onde 13 participantes (92,85%) cometeram o erro de clicar no botão errado. Ao continuar nas próximas fases, alguns conseguiram

verificar, de forma mais rápida, que tinham errado; outros chegaram a jogar todas as fases da trilha. Este erro persiste até mesmo nos participantes que erraram a trilha.

A questão que avalia a facilidade de memorização é 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 muito a plataforma e não relatou muita dificuldade na utilização. Segundo o participante 8: *“Achei uma plataforma excelente, sei que está em desenvolvimento, mas o pouco que vi eu achei ótimo, não tem excesso de informações para inserir ou criar um cadastro, porque quando vejo essas coisas de cadastro com muitas informações eu já pulo fora logo. Achei dentro da plataforma um sistema bem integrado, as tarefas didáticas. Tem a apresentação certinho de como vai funcionar o sistema e mesmo quem não conhece nada sobre a UML vai conseguir fazer os exercícios. No meu caso, eu não tenho expertise nessa área e me ajudou com o conteúdo, mesmo fazendo somente a introdução que em si, é bem didática e fácil de utilizar”*.

Deve-se ressaltar que a questão 2, embora segundo Tenório (2011) avalie a facilidade de memorização, trata de uma medida de complexidade do sistema, no formato de uma afirmação negativa. A atribuição da nota zero pelo participante apontou uma possível percepção de que o sistema é complexo. Cabe aqui enfatizar a importância de informações qualitativas exaradas na entrevista, que, conforme o próprio participante apontou, foram relacionadas a adjetivos como *“excelente”*, *“achei ótimo”* e *“sistema bem integrado”*. O usuário pode ter interpretado a questão 2 equivocadamente, já que a sua opinião apontou boa avaliação da PGE-UML.

Um ponto relevante na experiência do usuário é a possibilidade de alterar 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. Os apontamentos desses participantes convergem para estudos recentes. Shrestha *et al.* (2024) avaliaram as dificuldades dos usuários em uma plataforma de *e-learning*. Os autores relataram que 61,7% dos participantes demonstraram interesse na implementação do modo escuro em *sites* voltados à aprendizagem. Na referida pesquisa, 73,7% dos participantes responderam que era

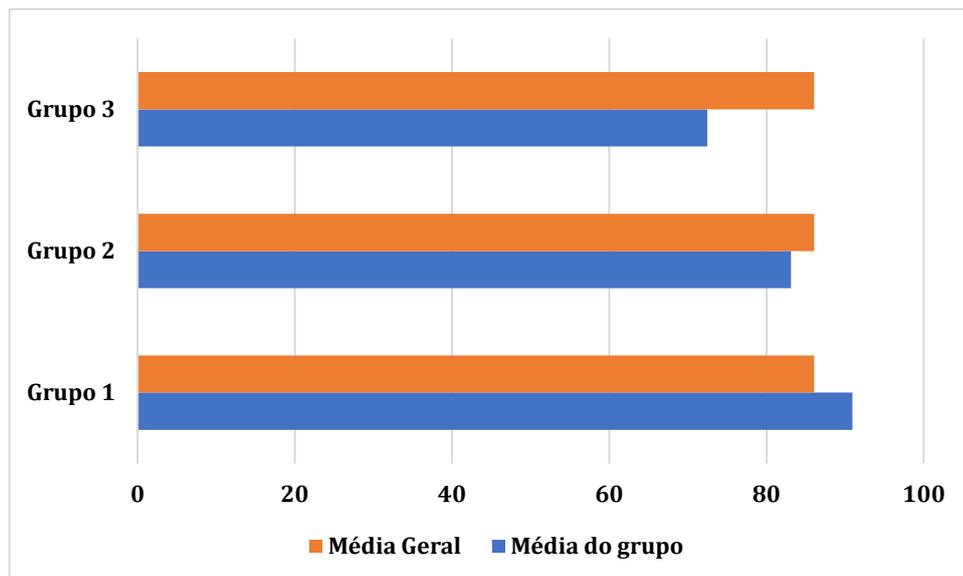
mais confortável ler o texto branco em fundo escuro, mostrando claramente que os alunos usam e preferem o modo noturno em diferentes aplicativos. Esses achados contrastam com a pesquisa de Zebec e Huffstadt (2024), na qual os autores avaliaram dois modelos de interfaces (modo claro e modo escuro). Os autores não encontraram diferenças significativas entre os dois modos e apontaram que os programadores e desenvolvedores devem ponderar cuidadosamente a implementação do modo escuro, para que não se comprometa a usabilidade percebida pelos usuários.

Para relacionar os dados da idade *versus* a pontuação na escala SUS, dividiu-se os 14 participantes em três grupos, sendo o primeiro com os participantes com idades de 20 a 22 anos (oito participantes), o segundo com idades entre 23 e 24 anos (quatro participantes) e o terceiro com idades entre 29 e 30 anos (dois participantes).

Foi observado que o grupo mais jovem apresentou melhor avaliação da usabilidade pela escala SUS (média de 90,94 pontos), classificada como “melhor imaginável”, sendo a maior pontuação 100 pontos e a menor 80 pontos. Um ponto relevante é que quatro participantes (50%) relataram já terem utilizado alguma plataforma/ferramenta gamificada com o objetivo de auxiliar na aprendizagem e esse fato pode ter influenciado a avaliação da PGE-UML, pois usuários acostumados com a gamificação tendem a ter menos dificuldades em se adaptarem a novas plataformas gamificadas. De fato, usuários mais novos se inclinam a utilizarem as tecnologias digitais com mais frequência.

O segundo grupo apresentou média de usabilidade pela escala SUS de 83,12 pontos. Embora esteja na faixa “excelente”, está bem próxima da classificação de “melhor imaginável” (acima de 86 pontos). Dos quatro participantes desse grupo, um (25%) relatou utilizar o computador de nove a 16 horas semanais; os demais participantes (75%) disseram utilizar o computador mais de 16 horas semanais. Nos relatos da entrevista, quando questionados sobre o que alterariam na interface da PGE-UML, três desses participantes disseram que fariam pequenas modificações, como a inserção de elementos visuais, centralização dos conteúdos e a inserção da porcentagem de acertos nas questões de verdadeiro ou falso. Percebe-se que se trata de pequenas modificações, assim, acredita-se que essas ponderações foram os pilares que levaram a avaliação da PGE-UML ser levemente abaixo do ponto de corte da categoria “melhor imaginável”.

O terceiro grupo obteve média de 72,5 pontos na avaliação com o questionário SUS, estando bem abaixo da média geral. Há de se destacar que esse grupo trata de apenas dois participantes (9 e 14), cujas avaliações de usabilidade foram 87,5 e 57,5, respectivamente. Um participante se enquadrou na categoria “melhor imaginável” (participante 9). O participante 14 foi o mais velho, com 30 anos, e relatou nunca ter utilizado alguma plataforma/ferramenta gamificada voltada para a aprendizagem. Esse participante não concluiu a última tarefa, saindo abruptamente do sistema, demonstrando alta carga de estresse. Durante a gravação da tela, foi possível perceber que o participante 14 não utilizou o botão de rolagem central do *mouse*, sempre recorrendo à barra deslizante do lado direito, causando atrasos e maior esforço para a realização do teste de usabilidade. Acredita-se que esses fatores subsidiaram a avaliação baixa por parte deste participante, na classificação de “C+” de usabilidade, conforme a classificação proposta por Sauro e Lewis (2016). A Figura 28 apresenta a média da pontuação pela escala SUS pelos grupos definidos relacionada à média geral.



**Figura 28.** Pontuação SUS pelos grupos separados por idade relacionada à pontuação geral da escala SUS. Fonte: O autor.

Os resultados desta pesquisa vão ao encontro dos apontamentos revelados por Palmquist e Jedel (2021), onde os autores relataram que a idade do usuário afeta a percepção de elementos de jogos em ambientes de aprendizagem *online*, como, por exemplo, insígnias. Outros trabalhos relevantes apontam correlação direta entre a idade e a avaliação da usabilidade de sistemas voltados ao ensino, onde

---

usuários mais velhos apresentaram tendências de avaliação da usabilidade inferiormente a usuários mais jovens (BANGOR *et al.*, 2008; ORFANOU *et al.*, 2015; HARRATI *et al.*, 2016).

A seção seguinte discorre sobre as possíveis ameaças à validade desta pesquisa.

#### **4.7 Ameaças à validade**

Compreende-se que pode haver ameaças à validade deste estudo. Um ponto analisado no questionário de perfil do participante é sobre a frequência do uso de computador, sendo relatado o uso de mais de 16 horas semanalmente por 12 participantes (85,71%). Dessa forma, não se consegue inferir se o teste responderia igualmente caso aplicado a participantes que não utilizem o computador com tanta frequência.

Tendo em vista a circunstância de que oito participantes (57,14%) relataram já terem utilizado alguma plataforma gamificada para auxiliar na aprendizagem, teme-se que a avaliação da usabilidade da PGE-UML possa sofrer alteração quando realizada apenas por usuários que nunca tenham utilizado alguma ferramenta gamificada com este mesmo objetivo ou, até mesmo, se o presente teste for aplicado a usuários que habitualmente utilizam a gamificação.

Há de se enfatizar que como esta pesquisa não analisou o conhecimento que os participantes possuíam sobre o conteúdo da UML, o resultado do teste de usabilidade ora proposto pode divergir caso ele seja aplicado excluindo participantes que não possuam qualquer conhecimento sobre a UML, considerando apenas aqueles que detêm conhecimento sobre o conteúdo abordado na PGE-UML.

Por fim, embora este trabalho tenha sido planejado cuidadosamente conforme doutrina a literatura e que um teste piloto tenha sido realizado previamente, visando encontrar possíveis falhas na aplicação, de fato, do teste de usabilidade, e que ele tenha sido aplicado em ambiente controlado, não se deve descartar a possibilidade de os participantes da amostra não terem conseguido identificar todos os possíveis problemas de usabilidade da plataforma PGE-UML.

Ressalta-se que os apontamentos anteriores se fundamentam puramente em hipóteses formuladas pelo autor desta pesquisa.

---

# Capítulo 5

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

### 5.1 Conclusão

O presente 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.

Com o avanço do acesso e a introdução de tecnologias ao processo educacional, a PGE-UML foi proposta para apoiar o estudo da UML. Com uma ideia inovadora, a plataforma uniu conteúdo didático e elementos de jogos, trazendo consigo a motivação e o engajamento por parte do usuário.

A coleta dos dados foi realizada por meio do questionário SUS e do perfil dos participantes, entrevista, configuração da plataforma e gravação da tela durante o teste de usabilidade empregado na pesquisa. As principais informações coletadas foram: tempo de realização das tarefas, quantidade de cliques, capacidade de recuperação de erros, perfil dos participantes, dentre outros. O teste ocorreu presencialmente na UNIFEI e contou com a participação de 14 discentes voluntários dos cursos de Sistemas de Informação, Engenharia da Computação e Ciência da Computação.

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 experiência do usuário foi avaliada com 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, onde a PGE-UML atingiu avaliação satisfatória na experiência de uso vivenciada pelos participantes deste estudo. A pontuação de desempenho atingida considerando as métricas *Core Web Vitals* foi de 99/100, gerada automaticamente pela *Microsoft Clarity*.

Somando todas as tarefas realizadas pelos participantes, foram 70 no total; destas, apenas seis não foram cumpridas, atingindo 91,43% de conclusão das tarefas, remetendo boa eficácia à PGE-UML.

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 da usabilidade do sistema ou da UX, corroboradas com os dados extraídos a partir das opiniões dos participantes voluntários da pesquisa.

## 5.2 Contribuições

Dentre as contribuições da pesquisa, evidenciam-se:

- Desenvolvimento de uma proposta de avaliação da UX e da usabilidade de plataformas gamificadas direcionadas ao processo educacional, combinando métodos de avaliação (teste de usabilidade, escala SUS, entrevista e ferramenta de análise de UX);
- Realização de um estudo de mapeamento sistemático, que identificou os métodos adotados na avaliação da usabilidade de ferramentas

---

educacionais gamificadas. A abordagem resultou na publicação de um artigo completo apresentado no XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (MENEZES; SEABRA, 2023), evento base do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, realizado pela Sociedade Brasileira de Computação;

- Reforço da importância da avaliação da usabilidade e da UX de plataformas gamificadas voltadas para o processo de ensino-aprendizagem, para identificar possíveis problemas e corrigi-los, potencializando o uso dessas ferramentas;
- A concepção de um modelo de avaliação de ferramentas gamificadas voltadas à educação, no qual foram reunidos diferentes métodos de avaliação (entrevistas, teste de usabilidade, ferramenta específica e questionário SUS), contribuindo para a realização de futuras pesquisas na área.

### 5.3 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, sugerem-se as seguintes possibilidades:

- Realização das alterações propostas na PGE-UML a partir dos resultados deste trabalho, visando sanar os erros cometidos pelos participantes;
- Condução do mesmo método de avaliação proposto por este trabalho com mais usuários, de outras Instituições de Ensino Superior, que possuam em seus projetos pedagógicos o estudo da UML. A nova abordagem poderá envolver uma análise mais ampla, e, em uma primeira fase, com a aplicação de instrumentos que permitam a verificação do grau de conhecimento sobre a UML e após a utilização da PGE-UML, avaliar novamente o grau de conhecimento dos participantes, para, assim, verificar se a PGE-UML contribui, de fato, para a aprendizagem do conteúdo;

- Avaliar a usabilidade da PGE-UML em dispositivos móveis, já que os estudantes podem utilizar esse tipo de acesso em seus estudos.

---

# REFERÊNCIAS

---

AHMADI, N. *et al.* Engineering an open-web educational game design environment. In: **19th Asia-Pacific Software Engineering Conference**, p. 867-876, 2012.

ALAMI, D., DALPIAZ, F. A. gamified tutorial for learning about security requirements engineering. In: **IEEE 25th International Requirements Engineering Conference (RE)**, p. 418-423, 2017.

ALBERT, B., TULLIS, T. **Measuring the user experience: Collecting, analyzing and presenting UX metrics**. 3ª Ed. Elsevier, 2023.

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.

AL-OMAR, K. Evaluating the usability and learnability of the “Blackboard” LMS using SUS and data mining. In: **Second International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)**, p. 386-390, 2018.

ANDERSON, P. E. *et al.* An extensible online environment for teaching data science concepts through gamification. In: **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**, p. 1-8, 2014.

ANDRADE, P. *et al.* Evaluating the effects of introducing three gamification elements in STEM educational software for secondary schools. In: **32ND Australian Conference on Human-Computer-Interaction (OzCHI '20)**, 2020.

ANDRADE P., LAW E. L-C. Can educational software support learning in the global North and South equally? A comparison case study. In: **34th British HCI Conference (HCI2021)**, p. 294-305, 2021.

ATIYA, A. A. M., Study and design of usability standards for tourism website interfaces. **International Journal of Eco-cultural Tourism, Hospitality Planning and Development**, v. 4, n. 1, p. 1-23, 2021.

AZEVEDO, F. A. T. B. Teste de usabilidade de *software*: Sua aplicação nos processos de concepção, desenvolvimento e preparação. **Dissertação** (Mestrado em Informática) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1996.

AZEVEDO, R. *et al.* Aprendizagem de modelagem de sistema com UML: Concepção de uma arquitetura pedagógica. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019)**, p. 881-890, 2019.

AZEVEDO, R. C. RP-UML: Uma arquitetura pedagógica para apoiar ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas. **Dissertação** (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMP, M. V. Processo de aprendizagem de matemática à luz das metodologias ativas e do pensamento computacional. **Ciência & Educação**, v. 26, Bauru, São Paulo, 2020.

BANGOR, A. *et al.* An empirical evaluation of the System Usability Scale. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 24, n. 6, p. 574-594, 2008.

BANGOR, A. *et al.* Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, 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, D. I. Requisitos de usabilidade de extensões UML para aplicações em ambientes móveis. **Dissertação** (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

BARROS, S. E. T. *et al.* Técnicas de coleta de dados em pesquisa de user experience (UX) no contexto da ciência da informação. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, vol. 18, 2024.

BASTOS, C. A. R.; ALMEIDA, G. O. Avaliação da usabilidade de simuladores no Ensino de física: aplicação do método do percurso cognitivo. **Educação: Teoria e Prática**, v. 30. n. 63. Rio Claro, São Paulo, 2020.

BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Z. Atividades literárias com café: Jogo-não-digital para apoiar a aprendizagem de diagrama de atividades segundo a UML. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. 56, p. 35-49. 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**, v. 12. n. 2, 2014.

BORSCI, S. *et al.* Assessing user satisfaction in the era of user experience: Comparison of the SUS, UMUX, and UMUX-LITE as a function of product experience. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 31, n. 8, p. 484-495, 2015.

BOUCINHA, R. M.; TAROUÇO, L. M. R. Avaliação de ambiente virtual de aprendizagem com o uso do SUS – System Usability Scale. **RENOTE**, v. 11, n. 3, 2013.

BROOKE, J. SUS—A quick and dirty usability scale. **Usability Evaluation in Industry**, p. 189-194, 4-7, 1996.

BROWNE, K., ANAND, C. Gamification and serious game approaches for introductory computer science tablet software. In: **Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications (Gamification '13)**, p. 50–57, 2013.

ÇAKIROĞLU, Ü. *et al.* Gamifying an ICT course: Influences on engagement and academic performance. **Computers in Human Behavior**, v. 69, p. 98-107, 2017.

CAMARGO, C. A. C. M. *et al.* A importância da motivação no processo ensino-aprendizagem. **Revista Thema**, v. 16. n. 3. p. 598-606. 2020.

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.

CERA, M. C. *et al.* Uma proposta para o ensino de engenharia de software a partir da resolução de problemas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 20. n. 3, p. 116-132. 2012.

COSTA, L. F.; RAMALHO, F. A. A usabilidade nos estudos de uso da informação: em cena usuários e sistemas interativos de informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15. n. 1. p. 92-117. 2010.

CRUZ, B. *et al.* A mobile game to practice arithmetic operations reasoning. In: **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, p. 2003-2008, 2018.

CYBIS, W. *et al.* **Ergonomia e Usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. Novatec, 2007.

DETERDING, S. *et al.* Gamification: Toward a definition. In: **CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings**, p. 1-79, 2011.

DIAS, C. **Usabilidade na Web: Criando portais mais acessíveis**. 2ª edição. Altabooks, 2007.

DYBA, T. *et al.* Applying systematic reviews to diverse study types: An experience report. In: **Proceedings of the 1st International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM 2007**, p. 225 – 234, 2007.

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

GELLER, M. T. B. & MENESES, A. A. M. Modelling IoT systems with UML: A case study for monitoring and predicting power consumption. **American Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 14, n. 1, p. 81-93, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª edição. Atlas, 2008.

GONÇALVES, M. K. Usabilidade de software: estudo de recomendações básicas para verificação do nível de conhecimento dos alunos dos cursos de design gráfico e sistemas de informação da UNESP/Bauru. **Dissertação** (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2009.

GONZÁLEZ, C. S. *et al.* Inclusive educational software design with agile approach. In: **Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM '13)**, p. 149–155, 2013.

GONZÁLEZ, C. *et al.* EMATIC: an inclusive educational application for tablets. In: **Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction (Interacción '14)**. p. 1–8, 2014.

HAMARI, J. *et al.* Does gamification work? — A literature review of empirical studies on gamification. In: **47th Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 3025–3034, 2014.

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.

HARRATI, N. *et al.* Exploring user satisfaction for e-learning systems via usage-based metrics and system usability scale analysis. **Computers in Human Behavior**, v. 61, p. 463–471, 2016.

HASSAN, H. M.; GALAL-EDEEN, G. H. From usability to user experience. In: **ICIIBMS 2017, Track 2: Artificial Intelligence, Robotics, and Human-Computer Interaction**, Okinawa, Japan, 2017.

HASSENZAHN, M. The thing and I: Understanding the relationship between user and product. In Blythe, M.A., Overbeeke, K., Monk, A.F., & Wright, P.C. (Eds.), *Funology: From Usability to Enjoyment* (pp. 31–42). **Human-Computer Interaction Series**, v. 3, Dordrecht: Springer, 2003.

HATUNOGLU, D. C. Rethinking digital product development and user experience practices in industrial design education. **Tese** (Doutorado em Design Industrial) - Middle East Technical University, Ancara, Turquia, 2023.

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**, v. 13, n. 2, 2015.

HOLANDA, S. F. *et al.* Inclusion of deaf people in industry: Lessons learned from the usability evaluation of AppTalk. In: **Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**, p. 1-10, 2023.

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/IEC 9126 Parte 1. **Engenharia de software – Qualidade de produto**. Parte 1: Modelo de qualidade, 2003.

ISO 9241 Parte 11. **Requisitos Ergonômicos para Trabalhos de Escritórios com Computador**. Parte 11: Orientações sobre Usabilidade, 2002.

IQUIRA, D. *et al.* Enhancing software engineering courses with a mobile gamified platform: results of a mixed approach. In: **2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)**, p. 534-537, 2021.

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.

KAJIYAMA, T., SATOH, S. An interactive exploration system that visually supports learning of country features. In: **Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '12)**, p. 292–295. 2012.

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**, p. 139–143, 2018.

---

KAYA, A. *et al.* Usability measurement of mobile applications with System Usability Scale (SUS). **Industrial Engineering in the Big Data Era**, p. 389–400, 2019.

KHOSRAVI, H. *et al.* Development and adoption of an adaptive learning system: Reflections and lessons learned. In: **Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20)**, p. 58–64, 2020.

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.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. Atlas, 2010.

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

LEHTO, M. R.; BUCK, J. R. **Introduction to human factors and ergonomics for engineers**. 1ª edição, CRC Press, 2012.

LEITE, W. S. S.; RIBEIRO, C. A. N. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. **Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación**, v. 5, n. 10, p. 173–187, 2012.

LEUNG, F.; BOLLOJU, N. Analyzing the quality of domain models developed by novice systems analysts. In: **XXXVIII Hawaii International Conference on System Sciences**, 2005.

LEWIS, J. R.; SAURO, J. Usability and user experience: Design and evaluation. In: **Handbook of Human Factors and Ergonomics**, 3. ed., Boca Raton: CRC Press, 2021.

LIMA, I. F. Bibliotecas digitais: modelo metodológico para avaliação de usabilidade. **Tese** (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

LÓPEZ-PERNAS S. *et al.* Escapp: A web platform for conducting educational escape rooms. **IEEE Access**, v. 9, p. 38062–38077, 2021.

MACHADO, L. C. B. Avaliação da usabilidade do sistema de informações sobre nascidos vivos (SINASC) no estado de Santa Catarina. **Dissertação** (Mestrado em Informática em Saúde) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MAIA, M. A. Q. *et al.* Usabilidade e experiência do usuário de sistemas de informação: em busca de limites e relações. **Ciência da Informação em Revista**. v. 6, n. 3, p. 34-48, 2020.

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

MAQSOOD, S., CHIASSON, S. Design, development, and evaluation of a cybersecurity, privacy, and digital literacy game for tweens. **ACM Transactions on Privacy and Security**, v. 24, n. 4, p. 1-37, 2021.

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. **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2023**, p. 604-617, Passo Fundo/RS, 2023.

MORAN, J. M. *et al.* **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10<sup>a</sup> edição. Editora Papirus, 2006.

NAKAGAWA, F. H. *et al.* Inclusion of teaching slides in games: Analysis of the efficiency, effectiveness and satisfaction. **IEEE Latin America Transactions**, v. 11, n. 6, pp. 1372-1377, 2013.

NAPOLEÃO, B. M. Estabelecendo uma string de busca para a identificação de estudos secundários na engenharia de software. **Dissertação** (Mestrado em Informática). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2019.

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

NIELSEN, J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In: **Proceedings of ACM CHI'94**, p. 152-158, 1994.

NIELSEN, J.; LEVY, J. Measuring usability: Preference vs. performance. **Communications of the ACM**, v. 37, n. 4, p. 66–75, 1994.

NORMAN, D. A. **The design of everyday things (revised and expanded edition)**. Basic Books, 2013.

ORFANOU, K. *et al.* Perceived usability evaluation of learning management systems: Empirical evaluation of the System Usability Scale. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 16, n. 2, 2015.

PACHECO, M. A. T. *et al.* O uso do celular como ferramenta pedagógica: uma experiência válida. **Anais do XIII Congresso Nacional de Educação**, p. 6363-6376. 2017.

PAIVA, L. *et al.* To the next level! An exploratory study on the influence of user experience on the acceptance of a gamified learning platform. In: **Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2022)**, v. 1, p. 281-288, 2022.

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.

PAIVA, R. I. D.; SILVA, S. L. A. A importância da didática no processo de ensino e aprendizagem: A prática do professor em foco. **Revista Ensino Interdisciplinar RECEI**, v. 1, n. 1, 2015.

PALMQUIST, A.; JEDEL, I. Influence of gender, age, and frequency of use on users' attitudes on gamified online learning. In: AHMED, A. *et al.* (Org.). **Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV**. Cham: Springer, p. 177–185, 2021.

PANAKADUWA, C. *et al.* Optimising visual user interfaces to reduce cognitive fatigue and enhance mental well-being. In: **35th Annual Conference of the International Information Management Association (IIMA)**, Manchester, UK, 2024.

PARACHA, S. *et al.* Design, Development, and usability of a virtual environment on moral, social, and emotional leaning. **International Journal of Virtual and Personal Learning Environments**, v. 10, n. 2, 2020.

PEREIRA, L. A. M. **Análise e modelagem de sistemas com a UML: Com dicas e exercícios resolvidos**. 1ª edição, 2011.

PEREIRA, D. E. F. *et al.* 2021. Ferramentas de apoio ao ensino introdutório de programação: Um mapeamento sistemático. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, p. 491–500, 2021.

PEREIRA, F. Avaliação de usabilidade em bibliotecas digitais: um estudo de caso. **Dissertação** (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.

PÉREZ, D. M. A. Método para cartografiar mapas de calor emocionales mediante la fusión de datos de seguimiento ocular y datos de valencia/activación. **Dissertação** (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto Tecnológico Nacional do México. Cuernavaca, México, 2023.

PETERSEN, K. *et al.* Systematic mapping studies in software engineering. In: **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**, p. 1–10, 2008.

PETERSEN, K. *et al.* Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1- 18, 2015.

---

PGE-UML. **Plataforma gamificada de estudo da UML**. Disponível em: <https://uml.gfsolucoes.com.br>. Acesso em: 08 de julho de 2023.

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.

POMBO, L., MARQUES, M. Educational mobile augmented reality edupark game: does it improve students learning? In: **15th International Conference Mobile Learning**, p. 19-26, 2019.

PRATAMA, M. S. P. *et al.* Modeling reproductive health educational games for early childhood using goal-directed design. In: **2021 International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4th International Conference on Computational Science and Information Management (ICSECS-ICOCSIM)**, p. 27-30, 2021.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. 3. edição. Makron Books, 1995.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. Edição, 2013.

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.

RAFFAELE, C. *et al.* An active tangible user interface framework for teaching and learning artificial intelligence. In: **23rd International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '18). Association for Computing Machinery**, p. 535–546, 2018.

RINCON-FLORES, E. G. *et al.* Gamit! Interactive platform for gamification. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, p. 10-13, 2022.

ROCHA, T. *et al.* Using game-based technology to enhance learning for children with learning disabilities: A pilot study. In: **Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and E-Learning (ICEEL 2019)**, p. 89–94, 2020.

RODRIGUES, C. S. C. VisAr3D – uma abordagem baseada em tecnologias emergentes 3D para apoio à compreensão de modelos UML. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ROSSANO, V. *et al.* Math is magic: an adaptive serious game to reinforce math competences. In: **Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)**, p. 162-166, 2021.

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

SÁ, F. M. F. *et al.* Theoretical test using Libras to obtain the National Driver's License: Exploratory usability assessment with interpreters and deaf people. In:

---

**Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**, p. 1-12, 2024.

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.

SANTOS, S. de O. *et al.* Usability evaluation of mobile banking applications in the context of the elderly in a city of Ceará. In: **Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**, p. 1-11, 2023.

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

SCAPINI, G. *et al.* Verificação de usabilidade em software educativo: Uma avaliação prospectiva em objetos de aprendizagem sobre genética. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 5, p. 1203-1218, 2021.

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

SHRESTHA, a. *et al.* An exploration of effects of dark mode on university students: A human computer interface analysis. arXiv, 17 set. 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2409.10895>. Acesso em: 25 de maio de 2025.

SHIM, J. *et al.* The effects of a robot game environment on computer programming education for elementary school students. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 2, p. 164-172, 2017.

SIAU, K.; LOO, P-P. Identifying difficulties in learning UML. **Information Systems Management**, v. 23, n. 3, p. 43-51, 2006.

SILVA, B. D. *et al.* Aplicação e uso de tecnologias digitais pelos professores do ensino superior no Brasil e em Portugal. **Revista Educação, Formação & Tecnologias**, v. 7, n. 1, p. 3-18, 2014.

SILVA, M. F. *et al.* Avaliação heurística interdisciplinar e teste de usabilidade de um jogo sério em educação médica. **Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2021**, 2021.

SILVA, I. K. O.; MORAIS I, M. J. O. Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. **Holos**, v. 5, p. 153-164, 2011.

SILVA JÚNIOR, J. N. *et al.* Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. **Education for Chemical Engineers**, v. 34, p. 106-114, 2021.

SILVA JÚNIOR, J. N. *et al.* Interactions 500: Design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding students in the review of intermolecular forces during the COVID-19 pandemic. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 11, p. 4049-4054, 2020.

SILVA NETO, A. A. da *et al.* Usability considerations in social mobile maps to encourage social change. In: **Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. p. 1-11, 2023.

SILVERVARG, A., MÅNSSON, K. How do you introduce an agent? - The effect of introduction type on how a teachable agent is experienced by students. In: **IVA '18: International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA '18)**, 2018.

SOBRINO-DUQUE R. *et al.* Evaluating a gamification proposal for learning usability heuristics: Heureka. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 161, 2022.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. Addison Wesley, 2003.

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.

TENÓRIO, J. M. Aplicação de técnicas de inteligência artificial ao desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para doença celíaca. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2011.

TRIVINÕS, A. W. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. Atlas, 1987.

TSOPRA, R. *et al.* AntibioGame®: A serious game for teaching medical students about antibiotic use. **International Journal of Medical Informatics**, v. 136, 2020.

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**, p. 1–18, 2020.

WANG, A. I. *et al.* An evaluation of a mobile game concept for lectures. In: **21st Conference on Software Engineering Education and Training, Charleston**, p. 197-204, 2008.

WIHIDAYAT, E. S. *et al.* Learn arabic language app, mobile based application for self-directed learning. In: **4th International Conference on Education and Technology (ICET)**, p. 13-17, 2018.

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

WILSON, C. **Interview techniques for UX practitioners: A user-centered design method**. Newnes. 2013.

ZAKARIA N. S. *et al.* Assessing Ethoshunt as a gamification-based mobile app in ethics education: Pilot mixed-methods study. **JMIR Serious Games**. v. 8, n. 3, 2020.

ZEBEC, R. HUFFSTADT, K. Impact of dark mode on the user experience of productivity oriented applications. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 16, n. 2, 2024.

---

# APÊNDICE A: ROTEIRO DE APRESENTAÇÃO

---

---

## ROTEIRO DE APRESENTAÇÃO

Olá, meu nome é Adalberto Nunes de Menezes e conduzirei nossas tarefas. Sou aluno do curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Computação da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), *campus* Itajubá. Sou orientado pelo professor Dr. Rodrigo Duarte Seabra. O meu principal papel é observar o teste que será realizado, constatando as dificuldades e facilidades dos participantes ao utilizarem a ferramenta PGE-UML.

Fique tranquilo, pois as tarefas a serem realizadas não são um teste para você, tampouco estão avaliando-o em alguma disciplina do seu curso. Fique à vontade para se expressar e falar o que pensa durante a realização das tarefas.

Sua opinião é muito importante para nós. Gostaria que no decorrer das tarefas você fale o que está pensando, o que está sentindo, se está tendo alguma dificuldade. Isso contribuirá muito com a pesquisa.

Com sua permissão vou gravar as atividades. A gravação só poderá ser utilizada para descobrirmos como melhorar a ferramenta que estamos avaliando e não será vista por pessoas que não façam parte da pesquisa. A gravação ajuda bastante, pois depois podemos revê-la, buscando mais pontos que possam ser relevantes para nós.

Você está de acordo?

Obrigado. Vamos iniciar.

# APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

---

---



## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### **AValiação da Usabilidade de uma Plataforma Web Gamificada sob a Perspectiva Discente: Uma Abordagem no Estudo da UML.**

Você está sendo convidado (a) a participar de um projeto de pesquisa. Antes de concordar em participar deste estudo, é importante que você leia e compreenda a seguinte explicação sobre os procedimentos propostos. A fim de decidir se quer participar desta pesquisa, você deve ter conhecimentos suficientes sobre os riscos e benefícios, para ser capaz de tomar uma decisão esclarecida. Isto é conhecido como consentimento informado. Por favor, questione a equipe do estudo caso tenha dificuldades em compreender alguma palavra ou trecho do termo de consentimento antes de assinar o documento. Tenha certeza de que suas perguntas foram satisfatoriamente respondidas antes de assinar. As informações seguintes descrevem a proposta do estudo.

#### **Proposta**

O autor do presente estudo está avaliando a usabilidade de uma plataforma gamificada (PGE-UML) que apoia discentes no estudo da UML. Sua participação é importante para entendermos se a ferramenta ora avaliada apresenta ou não boa usabilidade. O discente responsável pela pesquisa está sob orientação do prof. Dr. Rodrigo Duarte Seabra, do Instituto de Matemática e Computação da UNIFEI.

#### **Procedimentos**

Se você concordar em participar desta pesquisa, lhe será solicitado que utilize a plataforma gamificada PGE-UML durante um teste, permitindo ainda que este seja gravado. Após a realização das atividades, você será convidado também a responder um breve questionário. O teste será realizado no laboratório de informática da UNIFEI. Sua participação terá duração de aproximadamente 30 minutos, sendo de muita importância para nós.

#### **Confidencialidade**

Todas as informações obtidas durante o estudo serão mantidas em sigilo. Nenhum nome ou informações de identificação serão usadas em artigos ou publicações que possam ser originadas deste estudo. Nenhuma informação que o identifique será comentada pelos pesquisadores deste estudo. Se os vídeos do estudo forem exibidos fora do ambiente da

---

equipe de pesquisa, seu rosto não será exibido e todas as informações de identificação serão mantidas em sigilo. Dados deste estudo serão arquivados por tempo indeterminado.

### **Participação**

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não participar ou retirar-se do laboratório a qualquer momento. Você não receberá reembolso financeiro por sua participação.

### **Consentimento**

Eu tive a oportunidade de discutir sobre este estudo e minhas questões foram respondidas a meu contento. Eu concordo em participar do estudo com a compreensão de que posso me retirar dele a qualquer instante, se assim desejar. Eu recebi uma cópia assinada deste termo de consentimento. Eu participei voluntariamente deste estudo.

Itajubá/MG, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

\_\_\_\_\_  
Nome do participante:

Documento:

Eu confirmo que expliquei a natureza e a proposta do estudo ao participante acima. Eu respondi a todas as questões pertinentes ao estudo que me foram feitas.

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura da pessoa que coletou o consentimento

Itajubá/MG, \_\_/\_\_/\_\_

---

# APÊNDICE C: ROTEIRO DAS ATIVIDADES

---

---

## ROTEIRO DAS ATIVIDADES

Primeiramente, obrigado por ter aceitado participar de nossa pesquisa, pois sua colaboração é muito valiosa para nós. Abaixo, estão listadas cinco tarefas que você deverá executar durante a realização deste teste. Leia com atenção e se tiver qualquer dúvida, não hesite em perguntar ao avaliador.

**Tarefa 1:** Você deverá realizar seu primeiro acesso à plataforma PGE-UML. Para tanto, acesse o endereço: <https://uml.gfsolucoes.com.br/>. O código de primeiro acesso é: turma-adal-2023;

**Tarefa 2:** Atualize seu nome na aba perfil. Insira o ano atual após o sobrenome, por exemplo: “Adalberto Menezes 2024”

**Tarefa 3:** Jogue a fase Introdução, que se encontra dentro da trilha <Introdução à UML>. Essa fase é composta por 11 perguntas.

**Tarefa 4:** Após finalizar a fase da Tarefa 03, visualize seu progresso e também o progresso de outro colega;

**Tarefa 5:** Visualize seus emblemas conquistados e os que ainda não conquistou. Por fim, saia (*logout*) da plataforma.

Muito obrigado pela realização das tarefas. Precisamos, agora, que responda a um breve questionário, que nos auxiliará na avaliação da usabilidade percebida da plataforma PGE-UML.

# APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO SUS

## QUESTIONÁRIO SUS

O objetivo deste questionário é buscar informações sobre a opinião do usuário durante o uso da plataforma gamificada PGE-UML. Tais informações são de extrema importância para auxiliar na avaliação da usabilidade da plataforma. Em cada linha, favor marcar com um X o número correspondente ao grau de concordância. Cada pergunta admite somente uma resposta, favor marcar apenas uma opção. Leia com atenção as perguntas e, em caso de dúvidas, não hesite em perguntar ao avaliador. A atribuição da pontuação é a seguinte:

- 1 – Discordo completamente;
- 2 – Discordo;
- 3 – Neutro;
- 4 – Concordo;
- 5 – Concordo completamente.

No final, há um espaço para elencar comentários que achar relevantes sobre o uso da plataforma PGE-UML.

Muito obrigado!

**Nome:**

Nº	Pergunta	1	2	3	4	5
01	Acho que eu gostaria de usar este sistema com frequência					
02	Achei o sistema mais complexo do que o necessário					
03	Achei o sistema fácil de usar					
04	Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para conseguir usar o sistema					
05	Achei que várias funcionalidades deste sistema estavam bem integradas					
06	Achei que este sistema tinha muitas inconsistências					
07	Acho que a maioria das pessoas aprenderia usar rapidamente este sistema					
08	Achei o sistema muito complicado de utilizar					
09	Eu me senti confiante ao usar o sistema					
10	Tive que aprender muito antes de conseguir ligar com este sistema					

Comentários livres:

---



---



---



---



---

# APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DOS PARTICIPANTES DO TESTE DE USABILIDADE



## Questionário para identificação do perfil dos usuários participantes do Teste de Usabilidade da Plataforma Gamificada Educacional PGE-UML

### **AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UMA PLATAFORMA WEB GAMIFICADA SOB A PERSPECTIVA DISCENTE: UMA ABORDAGEM NO ESTUDO DA UML.**

Este questionário tem como objetivo a identificação do perfil do participante do teste de usabilidade a ser realizado na Plataforma Gamificada Educacional para estudo da UML (PGE-UML). Nas questões objetivas, deverá ser marcada apenas uma resposta. Leia com atenção e, em caso de dúvidas, solicite esclarecimentos com o avaliador. Pontuamos que os dados informados serão utilizados estritamente para fins acadêmicos, sendo que não serão identificados os participantes, ou até mesmo, mencionados seus nomes no texto da dissertação, nem em eventuais publicações científicas oriundas desta pesquisa.

- 1) Nome: \_\_\_\_\_
- 2) Qual curso e período você está matriculado? \_\_\_\_\_
- 3) Qual a sua idade: \_\_\_\_\_ anos.
- 4) Gênero:
  - a.  masculino
  - b.  feminino
  - c.  prefiro não informar
- 5) Há quanto tempo você usa computador:
  - a.  menos de dois anos
  - b.  de 2 a 4 anos
  - c.  mais de 4 anos
- 6) Onde você mais utiliza computador?
  - a.  em casa
  - b.  trabalho
  - c.  faculdade

- d.  outros (especificar): \_\_\_\_\_
- 7) Em média, quantas horas semanalmente você utiliza computador?
- a.  menos de 4 horas
  - b.  4 a 8 horas
  - c.  9 a 16 horas
  - d.  mais de 16 horas

Muito obrigado!

---

# APÊNDICE F: ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

---



## Roteiro da entrevista

Esse plano apresenta o roteiro da entrevista semiestruturada que busca avaliar a preferência dos discentes e suas opiniões sobre a Plataforma Gamificada para Estudo da UML (PGE-UML). As perguntas são abertas, permitindo que os participantes manifestem livremente seus pontos de vista e convicções.

- 1) O que você pode me contar após ter utilizado a PGE-UML?
- 2) Você tem experiência em outra plataforma/ferramenta gamificada com objetivo de auxiliar algum processo de ensino-aprendizagem? Qual?
- 3) Como você descreve a plataforma PGE-UML para alguém que não a conheça? Por exemplo, imagine que sou um aluno de sua turma que não está participando dessa pesquisa.
- 4) O que você me diz sobre o visual (interface) da PGE-UML?
- 5) Se você fosse o (a) desenvolvedor (a) da PGE-UML, o que você mudaria nela?
- 6) Houve alguma situação inusitada durante o uso da PGE-UML? Em caso afirmativo, sua experiência foi boa ou ruim?

# APÊNDICE G: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

<b>O que você pode me contar após ter utilizado a PGE-UML?</b>	
<b>Participante 1</b>	Gostei do sistema, é bom pra treinar o modelo.
<b>Participante 2</b>	No geral é uma plataforma simples e bem intuitiva com exceção de alguns pontos, como a passagem de fase, eu tive a impressão que a tela ficava mais escura e eu apertava para concluir a fase, a tela fica mais escura, eu apertava de novo, aí tinha que apertar de novo para seguir para segunda fase, dois clicks eu entendo, mas tinham muitos cliques. Terminei a etapa, introdução a UML parte 1 e cliquei em próximo e foi direto para a parte 2, se aparecesse um ícone de voltar ao menu, não me jogar direto, um botão para voltar ao menu e outro para seguir para a fase 2, não achei muito adequado ser jogado direto, por mais que fosse só sair, para a usabilidade. Na prática, o teste não é como se estivesse jogando em casa, que aqui, seria só fazer a parte 1, se eu estivesse em casa, essa opção de voltar e ir para a parte 2, faria tanto sentido como fez aqui, aqui eu senti essa necessidade. Você nem percebe que tá indo para a próxima fase, parece que tá indo para uma próxima pergunta da primeira fase. Outra coisa que notei, ter um local com a inicial do meu nome que você pode mudar só a senha e do lado, um local perfil para atualizar o perfil, em site que uso, no botão com a inicial do nome, já faz isso tudo. A parte da comparação com os outros alunos me trouxe motivação.
<b>Participante 3</b>	Senti que eu estava usando tipo um Duolingo, dá para aprender bastante, o feedback quando respondi uma pergunta era muito claro. Até pergunta que errei, o feedback me ensinou o conteúdo, até o entendimento das malícias da pergunta foi fácil. Achei legal de ver o progresso e os emblemas, a gamificação é interessante, eu aprenderia a UML usando essa plataforma.
<b>Participante 4</b>	Eu senti uma certa facilidade para lidar com as informações a única coisa que estranhei foi depois de ter preenchidos as informações e coloquei para a primeira pergunta, a barra eu achei que era uma barra de carregamento, e fiquei parado esperando e como não aconteceu nada, eu percebi que tinha que dar start na atividade. Achei bem interessante o método de pontuação e de como as perguntas estavam dispostas.
<b>Participante 5</b>	Ela é boa, foi bem intuitiva e não tive dificuldade, a única coisa que tive dificuldade foi de achar o meu progresso, mas consegui achar.
<b>Participante 6</b>	É uma plataforma que eu achei bem intuitiva de usar, fui lendo, mas ela pe bem intuitiva e eu gostei da dinâmica que ela tem
<b>Participante 7</b>	Foi interessante, parecia uma prova de UML. Eu senti um pouco de desconforto em algumas questões, que vibravam meu olho, de resto achei tudo fácil, como se já estivesse utilizado antes o site.
<b>Participante 8</b>	Achei uma plataforma excelente, sei que está em desenvolvimento, mas o pouco que vi eu achei ótimo, não tem excesso de informações para inserir ou criar um cadastro, porque quando vejo essas coisas de cadastro com muitas informações eu já pulo fora logo. Achei dentro da plataforma um

	sistema bem integrado, as tarefas didáticas. Tem a apresentação certinho de como vai funcionar o sistema e mesmo quem não conhece nada sobre a UML vai conseguir fazer os exercícios. No meu caso, eu não tenho expertise nessa área e me ajudou com o conteúdo, mesmo fazendo somente a introdução que em si, é bem didática e fácil de utilizar
<b>Participante 9</b>	Eu acredito que vai ser uma ferramenta que se for utilizada para uso didático será bem-vinda, pelo menos a atividade que fiz, que foi o quis, foi bem didática e tranquila e acho que as palavras tiveram que usei para encaixar nas perguntas, foram palavras chaves, pelo menos a atividade que fiz a gamificação funcionou bem.
<b>Participante 10</b>	Eu gostei do jeito que ela explicou as questões o me desagradou foi na parte de quando era questões de marcar várias coisas, quando ele vai dar os pontos e só dá os pontos se acertou todas. Deveria fazer uma média.
<b>Participante 11</b>	Achei um sistema intuitivo, mexo no computador o tempo inteiro, para mim pode ser intuitivo, mas para outra pessoa não deva ser, dessa forma, deveria ter um tutorial de como usar a plataforma. Também tinha alguns problemas no design, por exemplo o zoom estava grande e não sabia que tinha mais conteúdo para baixo. No caso, deixar a pergunta na metade da tela para eu saber que tem mais para baixo poderia ser interessante. A pontuação é legal e o score é interessante, pois compara com outras pessoas.
<b>Participante 12</b>	Uma plataforma bem convidativa, em primeiro contato não tive que pensar para utilizar ela. Um ponto positivo foram as conquistas e medalhas, que quem gosta de jogar motiva mais, pois o jogador joga para conquista. Tanto que não li direito que era para fazer somente algumas após ler as tarefas, vi que tinha feito mais que precisava e voltei e parei. 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. Atribuo que passei de onde deveria parar ao fato da gamificação, de estar gostando de usar a plataforma.
<b>Participante 13</b>	De uso eu achei bem fácil, não tive nenhuma complexidade. Segue uma estrutura padrão de interface, na questão de funcionalidade, por se tratar de uma ferramenta gamificada, eu esperava algo mais dinâmico, mais visual.
<b>Participante 14</b>	Gostei, achei algumas inconsistências no primeiro cadastro, por exemplo, pergunta se eu uso UML e depois onde, eu já tinha respondido que não tinha e usava UML. Questões redundantes. Só senti que faltou uma opção de parar o jogo, no final da fase que joguei.
<b>Você tem experiência em outra plataforma/ferramenta gamificada com objetivo de auxiliar algum processo de ensino-aprendizagem? Qual?</b>	
<b>Participante 1</b>	Bee crowd para maratona de programação
<b>Participante 2</b>	Tive experiência antigo, há mais de cinco anos, quando eu fazia um curso de inglês, mas não recorda. Tinha a participação da gamificação, não recorda o nome.
<b>Participante 3</b>	Duolingo e plataformas de algoritmos, litecode por exemplo, mas menos gamificado.
<b>Participante 4</b>	Utilizei, mas não lembro o nome, eram teste com a professora Lina, que usava as perguntas e ranking no final da aula, era parecido, mas mais simples, algo mais temporário, sem criação de conta e tudo mais.
<b>Participante 5</b>	Que eu me lembre não
<b>Participante 6</b>	Não, foi a primeira vez que eu utilizo a gamificação para aprendizagem
<b>Participante 7</b>	Não que eu me lembre
<b>Participante 8</b>	Utilizo uma, não sei se seria o mesmo sistema, mas é o Duolingo, tem o ranking, posicionamento durante a semana, mês. Tem níveis, que vão

	subindo conforme usa a plataforma.
<b>Participante 9</b>	Já mexi só no Duolingo, mas bem pouco.
<b>Participante 10</b>	Com foco em aprendizagem não
<b>Participante 11</b>	Uso o Duolingo diariamente. Já usei outras, não me recordo, mas procuro buscar ferramenta gamificadas, pois acho que facilita, uso cards, que tem as perguntas na frente e respostas atrás. Acho que a gamificação ajuda muito para aprender novos conteúdos.
<b>Participante 12</b>	Não tenho, não me recordo
<b>Participante 13</b>	Já usei ferramenta de desafios de código, para programação em C, mas muito pouco, não recordo o nome da ferramenta.
<b>Participante 14</b>	Não tenho, foi a primeira que utilizei
<b>Como você descreve a plataforma PGE-UML para alguém que não a conheça? Por exemplo, imagine que sou um aluno de sua turma que não está participando dessa pesquisa.</b>	
<b>Participante 1</b>	Diria que é bom, que gostei das perguntas, a introdução dá uma base boa para treinar e depois vai ficando mais complexo, tem conteúdo que não vi, mas com as perguntas consegui ter uma ideia, uma visão ampla do conteúdo
<b>Participante 2</b>	Um site que tem umas perguntas que embora não sejam fáceis de saber a resposta, são fáceis de responder, porque são de marcar, a pergunta é curta, então não perde muito tempo lendo um texto enorme, pode não saber a resposta, mas não é complexo de usar. É divertido, você usa seus conhecimentos em um joguinho e dá para entender e caso você seja mais competitivo, também tem a parte de ranking com os outros que dá uma certa motivação de fazer mais, ou até mesmo juntas alguns colegas e competir uns com os outros
<b>Participante 3</b>	Iria falar que é bacana e que dá para continuar fazendo os exercícios e aprender um pouco mais
<b>Participante 4</b>	Descreveria como uma plataforma que tem diversas perguntas, e não necessariamente da UML, podendo ser cadastrado outros temas, falaria sobre a experiência e sobre as perguntas e indicaria para ele.
<b>Participante 5</b>	É uma ferramenta muito boa para estudar, pois você não enxerga ela como estudo, você vai se divertindo ali e com o ranking você vai querer passar seu amigo.
<b>Participante 6</b>	la descrever que é simples de utilizar, mas é bem interessante, gostei da dinâmica que ela tem e recomendaria ele utilizar
<b>Participante 7</b>	Iria primeiro comentar que tem bastante testes, mesmo não fazendo todos, a complexidade vai escalando, os primeiros que eu fiz estavam mais simples e os outros mais complexos e que é um site interessante para alguém que fosse fazer uma prova de engenharia de software ou orientação de objetos 1, eu recomendaria o site, para reforçar o conteúdo.
<b>Participante 8</b>	Seria um Moodle ou SIGAA só que de uma forma muito mais intuitiva e falar que é semelhante a elas.
<b>Participante 9</b>	Falaria que seria um site com alguns formulários mais interativos, que tem a pontuação que lembra o Duolingo, tem o ranking com as pessoas posicionadas, que é bem tranquilo e que não pesa a cabeça, age por instinto. É bacana, é legal
<b>Participante 10</b>	É um jogo de pergunta e resposta que trabalha a parte de UML e a parte de Orientação a objetos que dependendo de quão bem você vai nas perguntas ganha medalha e gera um ranking com os outros participantes.
<b>Participante 11</b>	É uma plataforma de aprendizado que usa a gamificação, como se fosse um

	jogo, que tem score, para comparar com os amigos e que é útil, pois dá uma sensação de game mesmo. Eu recomendaria.
<b>Participante 12</b>	Uma plataforma simples mas entrega muito valor de forma de ensinar o conteúdo e a gente não vê o tempo passar, que não incomoda continuar na plataforma utilizando, prende a gente nela. As informações foram bem claras, bem fáceis e o principal seria a questão das conquistas, quem me atraem e atraem as pessoas do meu meio, o fato de gerar medalhas e o ranking. Gastei mais tempo, pois estava procurando um amigo meu que também participou.
<b>Participante 13</b>	Falar que é uma plataforma bem simples e bem tranquila de usar. Se tiver interesse de aprender respondendo questionário, para ficar memorizando conteúdo, funciona bem.
<b>Participante 14</b>	Dizer que ela é mais questão de pergunta que ao responder, pode ter um conhecimento adquirido. Vou falar que é uma plataforma boa, 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. Seria interessante que mesmo podendo jogar, aprenderia que não tem a base na disciplina, não limitando apenas a quem tem conhecimento prévio sobre o conteúdo.
<b>O que você me diz sobre o visual (interface) da PGE-UML?</b>	
<b>Participante 1</b>	A interface é boa, não dá para dizer que é mais linda do mundo, mas é boa
<b>Participante 2</b>	O visual achei intuitivo e enxuto. Tem uns desenhos mas dá para ir de forma intuitiva e de perceber todas as funcionalidades, estão bem divididas e bem apresentadas, com um certo profissionalismo. Bem intuitivo e bem separado.
<b>Participante 3</b>	Achei intuitivo, tipo quando eu estava mexendo eu estava encontrando bem as coisas, o logout, fui na imagem e já consegui. Confundi com o roteiro, mas conseguir me situar. No geral é bem satisfatório e intuitivo, de fácil localização das coisas
<b>Participante 4</b>	Gostei, e vejo quando pega um site que ocupa a tela inteira e penso como funcionará no celular, não sei se é responsável, mas julgo que no computador foi agradável, informações bem dispostas, o tamanho da letra, senti que estava funcionando bem.
<b>Participante 5</b>	Ela é bonita, simples, mas mostra de fato o objetivo, que é aprender UML
<b>Participante 6</b>	A interface pra mim seria o contraste, por ter um pequeno problema de visão, então eu me sinto mais a vontade usando o modo noturno.
<b>Participante 7</b>	Eu gosto de fundo escuro, o fundo claro dá dor de cabeça, mas achei tudo em seu lugar, a fonte é agradável e tudo é bem mais fácil, tinha a tabela com o menu superior, que foi fácil de encontrar, o logout estava na cara que era onde estava
<b>Participante 8</b>	Muito boa, por ser algo voltado ao estudo, acho que está bem modelada, bem coerente. Gosto do modelo mais simplificado, sem muita firula.
<b>Participante 9</b>	Acredito que o visual, particularmente achei que para uma plataforma de gamificação está muito cru. Acho que poderia ser assim mais bem elaborada no quesito de cores e botões e talvez para poder atrair mais um pouco a atenção para lembrar ainda mais a parte dos jogos.
<b>Participante 10</b>	A interface é amigável, a parte do menu onde mostra os emblemas. A parte das questões acho que deveria centralizar, para melhorar a visualização.
<b>Participante 11</b>	Senti falta de algumas cores, achei bem monocromática. Alguns momentos eu acertava, mas não tinha um feedback explícito, Eu tinha que procurar na página, mas o design é bom, consegui realizar as questões.
<b>Participante 12</b>	Interface simples, não no sentido negativo, mas no sentido de que ao olhar identifica onde deve ir, fácil de navegar. Ele é bonito aos olhos e o único

	ponto foi na parte das respostas não ficar claro de ter acertado ou errado, como é rápido, não percebi, levei um tempo procurando se acertei ou errei.
<b>Participante 13</b>	É um visual funcional, acho que não é hipermoderno, mas é bom e não incomoda, bem padronizado e consegui localizar os itens na tela
<b>Participante 14</b>	Eu gostei do visual. Somente a questão do cadastro, mas é polimento.
<b>Se você fosse o (a) desenvolvedor (a) da PGE-UML, o que você mudaria nela?</b>	
<b>Participante 1</b>	Não tem nada para mudar, gostei bem dela, não teve nada que me incomodou
<b>Participante 2</b>	No geral iria manter grande parte, as únicas coisas seria a passagem de uma fase para outra, a tela mais escura e juntar a parte do perfil no ícone com a inicial, e implementar um botão de voltar para cada pergunta.
<b>Participante 3</b>	Sinceramente não mudaria, acho que cumpre o que é proposta, não sei para celular, comparando o Duolingo, dá para acessar de qualquer lugar, ônibus, academia, mudaria para dispositivo móvel.
<b>Participante 4</b>	Tiraria a barra de carregamento superior ou daria um significado para ela, ou era apenas estético, imaginei que ela iria carregar, sendo ela para mostrar o progresso, teria que ter um significado, eu tiraria ela ou daria um significado.
<b>Participante 5</b>	Acho que nada, não mudaria nada, facilitaria a parte do progresso individual
<b>Participante 6</b>	Mudaria o modo noturno, incluiria um botão modo noturno ou até mesmo alterar a fonte.
<b>Participante 7</b>	Eu colocaria as coisas mais centralizadas, os menus estavam para a direita, eu acho mais fácil do lado esquerdo ou centralizado, mas é bem gosto pessoal.
<b>Participante 8</b>	Mudaria só a parte de identificação da pontuação. Não entendi muito bem, em especial as V e F. Nessas não entendi se fui aprovado ou não nessas questões V ou F. Mostrou só a porcentagem. Acho que deveria colocar um rótulo explicando.
<b>Participante 9</b>	Acho que a primeira coisa não permitiria escolher o nível, que deveria passar por todas as etapas, acho que escolher causa uma sensação de a pessoa querer terminar tudo rápido para conseguir pontuação. Acho que deveria ser uma forma linear.
<b>Participante 10</b>	No geral colocaria as perguntas mais no meio e fazer a parte e se na resposta forem cinco palavras por exemplo, daria a pontuação referente às que o mesmo acertou. Colocaria uma verificação para enviar, se tiver algo marcado, enviar, se não tiver selecionado, apontar que não tem nenhuma opção selecionada.
<b>Participante 11</b>	Colocaria mais cores e dar um feedback instantâneo, acho que mudar os botões, como as questões de completar. O usuário pode ter dificuldade de entender que deve clicar na resposta para ela ir completar a frase. Acho que um tutorial pelo menos nas primeiras perguntas, no caso, em uma de cada de tipo inicialmente.
<b>Participante 12</b>	O ponto que citei, das respostas e algo no sentido de ser possível realizar uma pesquisa entre os blocos que tem de tarefas a fazer, para pesquisar sobre aprendizado, tipo, quero ir para um bloco de outras questões.
<b>Participante 13</b>	Na hora de responder as frases, eu adicionaria exemplos visuais dos exemplos que estão sendo perguntados. Colocaria na tela figuras dos conteúdos. Gostaria de entender onde errei e não apenas memorizar o conteúdo.
<b>Participante 14</b>	Mais atenção em questões redundantes. Acho que deveria colocar o porquê errou, uma explicação. Algo mais visual.

<b>Houve alguma situação inusitada durante o uso da PGE-UML? Em caso afirmativo, sua experiência foi boa ou ruim?</b>	
<b>Participante 1</b>	Não teve
<b>Participante 2</b>	A primeira questão, são 11 questões, sendo que a primeira não é uma questão em si, não tem opção de marcar, não encontrei opção de marcar, somente um texto explicativo sobre a UML, tinha que passar para frente e quando passa, já estava pergunta 2. Essa experiência causou um certo estranhamento no início, acabei descendo e subindo a tela procurando alguma coisa. Foi mais estranhamento do que uma sensação ruim ou boa.
<b>Participante 3</b>	Não teve.
<b>Participante 4</b>	Não houve, achei até engraçado algumas perguntas que tinha que preencher as lacunas, mas se ler a construção da pergunta, a gente conseguiria responder
<b>Participante 5</b>	Não teve
<b>Participante 6</b>	Não teve, foi tranquilo
<b>Participante 7</b>	Teve uma questão que eu tinha que apertar na alternativa para marcar 1 ou 2, e eu não entendi, não ficou claro que era isso. A experiência foi neutra, mais pro negativo, eu deveria ter entendido melhor, apenas uma questão.
<b>Participante 8</b>	Inusitada acho que foi um erro meu mesmo, de não ter alterado a data, colocar o 2024, depois do nome, mas consegui arrumar. Não foi um erro do sistema, mas sim do usuário. Fiquei meio perdido porque cai direto no exercício. Cai direto na introdução, aí não identifiquei que cai na introdução, apenas depois de ter feito algumas.
<b>Participante 9</b>	Fiquei um pouco confuso com o sistema de pontuação. Olhei nos meus emblemas e estava com apenas 8 pontos, mas no real seriam 20, mas não sei se não carregou. Não entendi mesmo. A experiência foi negativa.
<b>Participante 10</b>	Não, apenas uma parte da questão que não sei se apertei duas vezes o botão se ela pulou a pergunta ou se foi um erro de sistema.
<b>Participante 11</b>	Não, estava bem consistente. Achei que tinha finalizado uma tarefa, mas tinha mais coisas pra baixo.
<b>Participante 12</b>	Não teve na que me surpreendeu. O que me surpreendeu foi a quantidade de conquista, que foi uma experiência positiva, que quando mais tem, mais engaja para ficar na plataforma realizando tarefas.
<b>Participante 13</b>	Não, foi bem tranquilo.
<b>Participante 14</b>	Não, 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. Foi uma experiência negativa, pois tive que responder mais perguntas e atrasei chegar o que a tarefa pedia, respondi mais do que pedia.