

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO**

**Matheus Marabesi**

**TESTABLE: UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA  
AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS**

Orientador: Prof. Dr. Ismar Frango Silveira

São Paulo  
2020

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO**

**Matheus Marabesi**

**TESTABLE: UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA  
AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Engenharia Elétrica e Computação.

**Orientador: Prof. Dr. Ismar Frango Silveira**

São Paulo, 2020

P436t Pereira, Matheus Marabesi

Testable: uma ferramenta gamificada para auxiliar o ensino de testes unitários / Matheus Marabesi  
Pereira – São Paulo, 2019.

129 F.: Il., 30 cm.

Mestrado (Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação - Universidade Presbiteriana Mackenzie -  
São Paulo, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Ismar Frango Silveira

Bibliografia: F. 90-94

- Teste de Software 2.Ferramenta Educacional 3.Gamificação ; Silveira, Frango Silveira, Orientador. II.Título.

CDD 003

Bibliotecária Responsável: Maria Gabriela Brandi Teixeira – CRB 8/ 6339

MATHEUS MARABESI PEREIRA

TESTABLE: UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO  
DE TESTES UNITÁRIOS

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica e Computação da  
Universidade Presbiteriana Mackenzie,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de Mestre em Engenharia  
Elétrica e Computação.

Aprovado em 07 de Fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



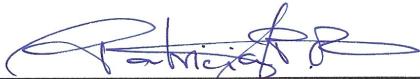
Prof. Dr. Ismar Frango Silveira

Universidade Presbiteriana Mackenzie



Prof. Dr. Pedro Henrique Cacique Braga

Universidade Presbiteriana Mackenzie



Prof. Dra. Patricia Paderewsky-Rodríguez

ETS Ingenierías Informática y de Telecomunicación

## **AGRADECIMENTOS**

Foi uma longa jornada concluir esse trabalho e não foi possível fazer-lo sozinho. Tamilyn Hidemi Itokazo, te agradeço pela força, confiança e principalmente por ser parte ativa elaborando a parte criativa e desenvolvendo a identidade visual do trabalho.

A meus ex companheiros de trabalho Guilherme de Paula e Tiago Paes, que me ajudaram inúmeras vezes a testar a ferramenta, coletar bugs e que me forneceram feedbacks construtivos.

Agradeço ao professor Dr. Ismar Frango Silveira, que me acompanhou e me guiou, a meus colegas de mestrado, em especial, Daniel Ohata que me proporcionou críticas construtivas, aos professores Msc Josivan Silva e Cristiano da Silva Benites que me apoiaram durante a aplicação da ferramenta.

Deixo aqui o meu agradecimento a todos aqueles envolvidos que fizeram parte dessa caminha.

## RESUMO

Com a constante evolução do desenvolvimento de *software* e sua complexidade, cada vez mais se exige do profissional da área a necessidade de dominar diferentes fases do processo de desenvolvimento de *software*, o que inclui a fase de testes. Isso gera um impacto na formação de novos profissionais, uma vez que os currículos de formação deveriam contemplar esta complexidade.

Nesse sentido, o teste de *software* possui seu lugar nos cursos de graduação, mas a literatura aponta que não é dada a devida atenção e importância pelos alunos e pelo currículo acadêmico. Uma das possíveis causas que pode ser citada é a forma de oferta deste conteúdo, que geralmente faz parte de uma disciplina de Engenharia de *software*, percebida pelos alunos já como algo tedioso e que não será importante para a sua carreira.

Pensando nesse cenário, esse trabalho propõe Testable, uma ferramenta gamificada para a aprendizagem de teste unitário, visando aumentar o engajamento dos alunos em relação ao conteúdo. Para validar a ferramenta, uma experimentação com alunos de graduação e programadores profissionais foi realizada, coletando dados por meio de questionário e captura e análise de dados provenientes do uso da ferramenta.

**Palavras-chave:** *Teste de software, Ferramenta Educacional, Gamificação.*

## ABSTRACT

Due to the constant evolution of *software* and its complexity, it is required for the professional to master different phases of the *software* development process, including the testing phase. This has an impact on the training of new professionals, since the training curricula should include this complexity.

In this sense, the *software* test has its place in undergraduate courses, but the literature points out that students and the academic curricula are not given the required attention and importance. One of the possible causes that can be mentioned is the way in which this content is offered, which is usually part of an Engineering discipline of *software*, perceived by students as a tedious task and not important for their career.

Thinking about this scenario, this work proposes Testable, a gamified tool for learning unit testing, aiming to increase student engagement. To validate the tool, an experimentation with undergraduate students and professional programmers was carried out, collecting data through a questionnaire and capturing and analyzing data from the use of the tool.

**Keywords:** *Software testing, Educational Tool, Gamification.*

# Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação . . . . .	1
1.2 Objetivos . . . . .	2
1.2.1 Objetivo geral . . . . .	2
1.2.2 Objetivos específicos . . . . .	2
1.3 Organização do trabalho . . . . .	2
<b>2 SERIOUS GAMES E GAMIFICAÇÃO</b>	<b>4</b>
2.1 Serious games . . . . .	4
2.2 Elementos de jogos . . . . .	6
2.2.1 Dinâmica . . . . .	7
2.2.2 Mecânica . . . . .	8
2.2.3 Componentes . . . . .	9
2.3 Gamificação . . . . .	11
2.3.1 Como e quando utilizar gamificação . . . . .	15
2.4 Considerações parciais . . . . .	18
<b>3 TESTE DE SOFTWARE</b>	<b>19</b>
3.1 Aspectos conceituais . . . . .	19
3.1.1 Verificação e Validação . . . . .	19
3.2 Aspectos conceituais: Teste unitário . . . . .	20
3.3 Teste unitário . . . . .	22
3.4 TDD (Test Driven Development) . . . . .	22
3.5 Ensino de teste de software . . . . .	25
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E TÉCNICA</b>	<b>26</b>
4.1 Metodologia utilizada para a revisão . . . . .	26
4.2 Revisão de literatura: O ensino de teste de <i>software</i> . . . . .	27
4.3 Revisão de literatura: Gamificação e educação . . . . .	28
4.4 Revisão de literatura: Gamificação no ensino de computação . . . . .	29
4.5 Considerações parciais . . . . .	31
4.6 Revisão técnica . . . . .	32
4.6.1 Flexbox Froggy . . . . .	32

4.6.2	How HTTPS Works . . . . .	33
4.6.3	Regex Crossword . . . . .	34
<b>5</b>	<b>CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO</b>	<b>36</b>
5.1	Concepção: Teste unitário . . . . .	36
5.2	Concepção: Transformação lúdica . . . . .	39
5.3	Concepção: História . . . . .	40
5.4	Concepção: Elementos da experiência gamificada . . . . .	41
5.5	Concepção: Dinâmica . . . . .	43
5.6	Concepção: Mecânica . . . . .	44
5.7	Concepção: Componentes . . . . .	46
5.8	Concepção: Conteúdo . . . . .	49
5.9	Arquitetura . . . . .	51
5.9.1	Caso de uso . . . . .	53
5.9.2	Requisitos . . . . .	53
5.9.2.1	Requisitos funcionais . . . . .	53
5.9.2.2	Requisito não funcionais . . . . .	54
5.9.3	Tecnologias utilizadas . . . . .	54
5.9.3.1	ReactJs . . . . .	55
5.9.3.2	Firebase . . . . .	56
5.9.3.3	Git . . . . .	57
5.9.3.4	Ferramentas . . . . .	57
5.10	Desenvolvimento . . . . .	58
5.10.1	Interface do usuário . . . . .	59
<b>6</b>	<b>APLICAÇÃO</b>	<b>63</b>
6.1	Comitê de ética . . . . .	63
6.1.1	Critérios de inclusão . . . . .	64
6.1.2	Critérios de exclusão . . . . .	64
6.1.3	Riscos e benefícios . . . . .	64
6.2	Coleta de dados . . . . .	65
6.2.1	Dados da aplicação . . . . .	65
6.2.2	Questionário . . . . .	66

6.3	Avaliação dos resultados . . . . .	67
6.4	Dados coletados automaticamente . . . . .	67
6.5	Dados coletados via questionário . . . . .	70
6.5.1	Sobre você . . . . .	70
6.5.2	Motivação . . . . .	73
6.5.3	Experiência do usuário . . . . .	79
6.5.4	Performance . . . . .	82
6.6	Considerações parciais . . . . .	84
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>92</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>
8.1	MANRIQUE TOOLKIT FOR GAMIFICATION DESIGN - CATEGORIZADOS POR COR . . . . .	93
8.2	QUESTIONÁRIO . . . . .	94
8.3	CRONOGRAMA . . . . .	99
8.4	TCLE MAIORES DE IDADE . . . . .	100
8.5	TCLE INSTITUIÇÃO . . . . .	103
8.6	FOLHA DE ROSTO - PLATAFORMA BRASIL . . . . .	106
8.7	CARTA DE ENCAMINHAMENTO - PLATAFORMA BRASIL . . . . .	107
8.8	PROJETO APROVADO - PLATAFORMA BRASIL . . . . .	108
8.9	SEÇÕES TRAQUEADAS . . . . .	117

# **Lista de Figuras**

1	Tela principal do jogo SICKO. Fonte: (SICKO, 2006).	4
2	Tela do jogo America Army: Uniforme e arma utilizado no jogo foram desenvolvidos para serem o mais próximo da realidade possível. Fonte: (MICHAEL; CHEN, 2006).	5
3	Elemento de jogos dividido em categorias. Fonte: Adaptado de (WERBACH; HUNTER, 2012).	6
4	Representação da ferramenta MDA em três elementos. Fonte: (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).	7
5	Componentes da ferramenta MDA. Fonte: (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).	8
6	Tipos de gamificação e sua aplicação. Fonte: (WERBACH; HUNTER, 2012).	14
7	Exemplo de arquitetura de web em 3 camadas. Fonte: Elaborada pelo autor.	21
8	Foco do teste unitário na arquitetura web 3 camadas. Fonte: Elaborada pelo autor.	22
9	Ciclo de execução do TDD. Fonte: (BECK, 2010).	23
10	Interesse do termo “teste unitário” segundo Google Trends de 2013 á 2018. Fonte: Google.	25
11	Tela inicial do Flexbox Froggy. Fonte: (PARK, 2015).	33
12	Tela inicial do How HTTPS Works. Fonte: <a href="https://howhttps.works">https://howhttps.works</a> .	34
13	Tela inicial do Regex Crossword. Fonte: <a href="https://regexcrossword.com">https://regexcrossword.com</a> .	35
14	Instruções de como jogar Regex Crossword. Fonte: <a href="https://regexcrossword.com/howtoplay">https://regexcrossword.com/howtoplay</a> .	
15	Personagens da experiência gamificada, na esquerda Buggy e na direita Alien. Fonte: Elaborada pelo autor.	41
16	Testable - experiência gamificada. Fonte: (MANRIQUE, 2013c).	43
17	Dinâmica utilizada na ferramenta gamificada. Fonte: Elaborada pelo autor.	44
18	Abordagem sugerida com dois editores de código. Fonte: Elaborada pelo autor.	45
19	Fluxo de execução do código escrito pelo usuário na ferramenta gamificada. Fonte: Elaborada pelo autor.	46
20	Exemplo de arquitetura de arquitetura em camadas. Fonte: (RICHARDS, 2015).	52
21	Diagrama de caso de uso ferramenta Testable. Fonte: Elaborada pelo autor.	53
22	Imagem ilustrativa de como o serviço de banco de dados em tempo real funciona. Fonte: Elaborada pelo autor.	56

23	Tecnologias presentes no repositório da ferramenta gamificada. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	58
24	Login. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	59
25	Introdução. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	60
26	Tutorial. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	60
27	Transição do tutorial para a introdução ao teste unitário. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	61
28	Introdução ao teste unitário. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	61
29	Lista de conquistas adquiridas. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	62
30	Número de visitantes durante o período oficial de testes. Fonte: Google analytics. . . . .	68
31	Lingua nativa dos usuários visitantes. Fonte: Google analytics. . . . .	68
32	Acesso de usuários através de dispositivos móveis e desktop. Fonte: Google analytics. . . . .	69
33	Tempo de carregamento da ferramenta gamificada. Fonte: Google analytics. . . . .	69
34	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 1. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	70
35	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 2. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	71
36	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 3. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	71
37	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 4. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	72
38	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 5. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	72
39	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 6. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	73
40	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 7. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	74
41	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 8. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	74
42	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 9. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	75
43	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 10. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	76
44	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 11. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	76

45	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 12. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	77
46	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 13. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	78
47	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 14. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	78
48	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 15. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	79
49	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 16. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	80
50	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 17. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	81
51	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 18. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	81
52	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 19. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	82
53	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 20. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	83
54	Gráfico de barras com os resultados da questão de número 21. Fonte: Elaborada pelo autor. . . . .	84

## **Lista de Tabelas**

1	Diferenças entre Jogo, Gamificação e Simulação. Fonte: (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012). . . . .	13
2	Decisão de qual elemento utilizar. Fonte: Kapp, Blair e Mesch (2012). . . .	17
3	Número de trabalhos relacionados por categoria e congresso . . . . .	26
4	Descrição detalhada dos assuntos abordados . . . . .	38
5	Representação dos componentes criados na ferramenta Figma . . . . .	48
6	Tabela de conteúdo da experiência gamificada do nível 1 e nível 2 . . . .	49
7	Tabela de conteúdo da experiência gamificada do nível 3 até o nível 14 . .	50
8	Tabela de conteúdo da experiência gamificada do nível 3 até o nível 14 . .	51
9	Descrição detalhada das informações automaticamente coletada pela ferra- menta . . . . .	66
10	Identificadores da seções traqueáveis da ferramenta gamificada. . . . .	117

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação

Com a crescente evolução da complexidade no desenvolvimento de *software*, seja no contexto profissional ou acadêmico, cada vez mais se faz necessária a aplicação de testes de *software* para realizar a verificação e validação de diferentes aspectos do *software*.

Entre os diferentes testes existentes no contexto da Engenharia de *Software*, destacam-se os Testes Unitários, que se dedicam a testar unidades individuais de código.

É desejável que testes unitários sejam inicialmente feitos pelo próprio desenvolvedor. Em geral, esses testes são realizados por unidade de código para verificar sua funcionalidade.

Porém, considerando a diversidade de testes encontrados na literatura (SOMMERVILLE, 2017), e além da execução de testes pelo desenvolvedor, toda equipe de *software* deveria ter um profissional dedicado a essa tarefa. Entretanto esta não é a realidade no cotidiano das empresas, assim como no mundo acadêmico (BENITTI; ALBANO, 2012).

Segundo os mesmos autores, as matrizes curriculares de cursos de graduação da área de computação possuem uma carga horária reduzida a respeito de teste de *software*, sob a premissa de ser o suficiente para que os alunos estejam preparados para executar adequadamente as tarefas relacionadas a teste de *software*, o que não é necessariamente verdade.

Isso pode levar a um entendimento inadequado por parte dos alunos de que teste de *software* é apenas um detalhe no processo de Engenharia de *Software*.

Além disso pode-se mencionar a dificuldade pelos professores em engajar os alunos para o aprendizado do teste de *software*, já que isso requer um bom nível de abstração e requisitos prévios.

E por último mas não menos importante, as estratégias didáticas podem ter um impacto negativo no engajamento, que motiva pesquisas que envolvam metodologias e técnicas com foco no engajamento para o ensino de teste de *software*, que é o eixo central deste trabalho.

Nesse sentido, a aplicação de técnicas voltadas ao aumento do engajamento, como o uso de jogos sérios (*serious games*), conforme Abt (1970) e gamificação (DETERDING, 2011) podem ter impacto positivo nos processos de ensino e aprendizagem.

Os tópicos a seguir representam um resumo da motivação apresentada nessa seção:

- Complexidade dos sistemas desenvolvidos atualmente.
- A falta de dedicação dos desenvolvedores/alunos à fase de testes de um *software*.
- Estratégias didáticas comumente levam um baixo nível de engajamento por parte dos alunos.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma ferramenta gamificada voltado ao o ensino de testes unitários para alunos do curso de graduação na área de computação.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar revisão para visualizar o estado da arte no que diz respeito ao ensino de teste de *software* e à utilização de gamificação como estratégia.
- Desenvolver uma ferramenta gamificada para ensino de testes de *software*, especificamente o Teste Unitário, para delimitação de escopo da pesquisa.
- Avaliar e analisar a aplicação desta ferramenta em uma turma de graduação.

## 1.3 Organização do trabalho

O texto segue da seguinte forma: no capítulo 2 é apresentada a definição de serious game e gamificação no contexto deste trabalho, o capítulo 3 é dedicado ao teste de *software*, o capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste

trabalho e a revisão bibliográfica da pesquisa realizada, o capítulo 5 é dedicado ao desenvolvimento da ferramenta Testable, o capítulo 6 apresenta a aplicação da ferramenta e a análise dos dados obtidos, o capítulo 7 expõe a conclusão e trabalhos futuros a serem realizados. Finalmente as referências bibliográficas utilizadas são apresentadas, e em seguida os apêndices e anexos.

## 2 SERIOUS GAMES E GAMIFICAÇÃO

### 2.1 Serious games

Jogos são conhecidos pela maioria das pessoas como um meio de diversão, um passatempo ou até mesmo um momento para compartilhar com a família e amigos.

Apesar de todos os esforços da academia em mostrar que jogos podem ser usados para outros meios do que o puro entretenimento, ainda existe um conceito prévio por parte da população em geral em defender que jogos são meros passatempos. Existem jogos criados especificamente para ensinar e treinar profissionais de diversas áreas do conhecimento, ao contrário de jogos de entretenimento, *serious games* são jogos desenvolvidos com o objetivo de educar ou treinar ao invés de pura diversão (MICHAEL; CHEN, 2006) (ADAMS; DORMANS, 2012).

SICKO (2006) por exemplo, é um jogo que mostra para estudantes de medicina como é o dia a dia em um hospital. O jogo simula pacientes que estão indo a um hospital com diferentes sintomas, e o papel do jogador é atender todos em um determinado tempo, caso o contrário os pacientes morrem. Isso ajuda os estudantes de medicina a ter uma idéia do que um hospital real é, ajudando-os a melhorar a sua tomada de decisão e permitindo erros sem prejudicar uma vida real.

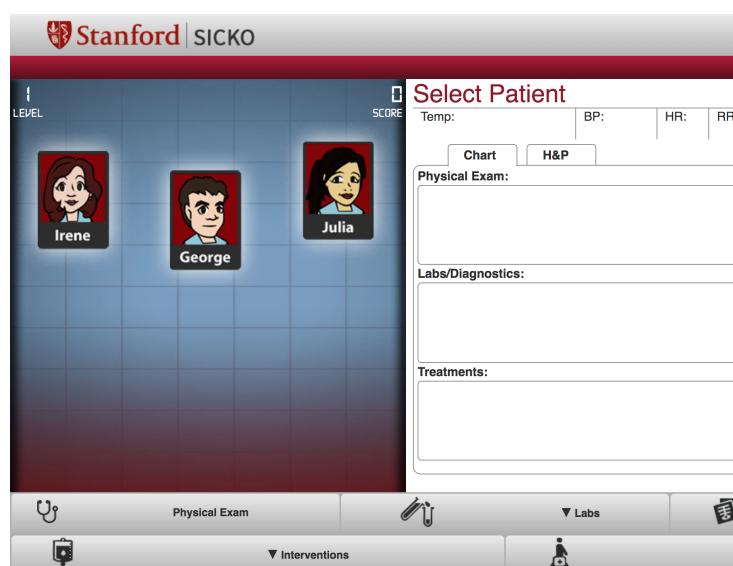


Figura 1: Tela principal do jogo SICKO. Fonte: (SICKO, 2006).

Serious game foi utilizado também pelo exército americano para recrutar soldados.

Em 2002 o exército americano criou o jogo America's Army que se provou ser eficiente em reduzir o custo (em 15% do valor total) de se recrutar 80.000 soldados todos os anos. O jogo utiliza o cenário mais realista possível, começando pelas roupas que o soldados vestem suas armas e missões que o jogador precisa cumprir, mas em alguns casos o realismo é deixado de lado para dar lugar ao entretenimento, como por exemplo se esconder atrás de um carro. Apesar de ser uma ação possível no mundo real, não é aconselhável, uma vez que em missões no Iraque por exemplo esses carros seriam facilmente explodidos (MICHAEL; CHEN, 2006).



Figura 2: Tela do jogo America Army: Uniforme e arma utilizado no jogo foram desenvolvidos para serem o mais próximo da realidade possível. Fonte: (MICHAEL; CHEN, 2006).

Em linhas gerais essa seção do trabalho definiu o que é *serious games* de acordo com os autores (MICHAEL; CHEN, 2006) (ADAMS; DORMANS, 2012) e explorou as diferentes aplicações de gamificação em diferentes áreas da sociedade e o impacto positivo que essas aplicações obtiveram.

Assim como os *serious games* explorados neste capítulo, este trabalho possui o objetivo de ensinar teste unitário através de uma ferramenta que torne a experiência agradável e o mais perto da realidade possível, para isso nas próximas seções serão explorados os aspectos que envolvem a gamificação, começando pelos elementos de jogos que contemplam as subseções dinâmica, mecânica e componentes, em seguida é dedicada uma seção com foco na gamificação.

## 2.2 Elementos de jogos

Em linhas gerais elemento de jogos (do inglês *game elements*) são definidos como um conjunto de componentes existente em um jogo (WERBACH; HUNTER, 2012). O jogo de damas possui alguns componentes de ação como por exemplo mover as peças e gerar a dama, possui as peças para se jogar (objetos) e finalmente há regras bem definidas para se jogar. Para o jogo de damas os componentes identificados podem ser definidos como ação, objetos e regras.

Os três componentes principais utilizados em diferentes aplicações de gamificação citado por Werbach e Hunter (2012) são: *Leaderboards*, *points* e *badges* (LPB). Porém a ressalva deixada por ambos é que a gamificação não se limita apenas a utilização desses componentes, pois existem outros que podem se encaixar melhor, como por exemplo: conquistas, níveis e personagens. Uma lista com os componentes listado pelos autores é apresentada na seção 2.2.3. Isso depende, entre outros aspectos, dos objetivos a serem alcançados. A utilização constante de LPB se dá pelo fato da sua facilidade em ser implementada em sistemas já existentes e fácil adequação.

Este capítulo aborda três categorias de elementos de jogos, dinâmica, mecânica e componentes. Werbach e Hunter (2012) defendem que essas são as principais categorias que se encontram em gamificação, o que vai ao encontro do propósito deste trabalho.

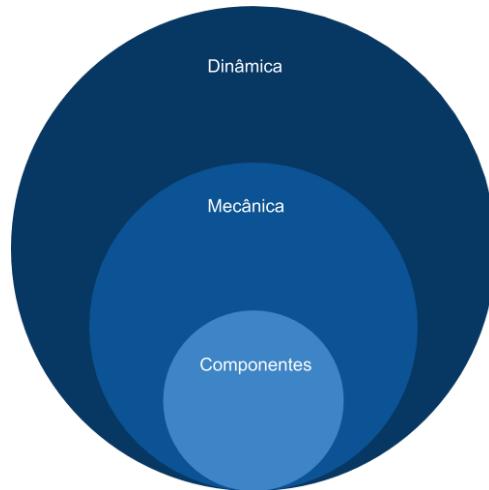


Figura 3: Elemento de jogos dividido em categorias. Fonte: Adaptado de (WERBACH; HUNTER, 2012).

### 2.2.1 Dinâmica

A dinâmica, como definido por Werbach e Hunter (2012) é parte mais abrangente dos elementos de jogos, a que possui o maior nível de abstração. E por ser uma etapa de concepção é frequentemente executada pelos designers que possuem uma visão mais criativa dentro dos perfis que envolvem o desenvolvimento de um jogo.

É através da dinâmica que são definidos os tópicos mais gerais do jogo como as limitações do jogador, a linha de história do jogo, a progressão do jogador entre outros. Entretanto, a dinâmica não se limita a esses aspectos: os mesmos autores elencam outros elementos de jogos relacionados à dinâmica, a saber:

- Limitações (limitações ou *forced trade*)
- Emoções (curiosidade, competitividade, frustração, felicidade)
- Narrativa (uma consistente, linha de história contínua)
- Progressão (o crescimento do jogador e seu desenvolvimento)
- Relacionamentos (interações sociais gerando sentimentos de camaradagem, *status*, altruísmo)

Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) descrevem uma ferramenta que padroniza os passos de como criar um jogo e estreitar as diferenças entre o design e o desenvolvedor. A ferramenta nomeada MDA (*Mechanics, Dynamics, and Aesthetics*) é dividida em três áreas: Mecânica, Dinâmica e Estética.

Assim como Werbach e Hunter (2012) que mostram uma forma de dinâmica sendo a parte mais abstrata, aquela que irá compor a mecânica e os componentes, os autores Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) também compartilham dessa ideia. A estrutura apresentada pelos autores é ilustrada na Figura 4.

As regras (*Rules*) correspondem à mecânica, e são o conjunto de componentes que descrevem o jogo no nível de implementação, através dos algoritmos e os dados que são utilizados no jogo. O sistema (*System*) é a parte correspondente a dinâmica que descreve o comportamento das diferentes mecânicas que o jogo pode possuir. E por fim a parte lúdica



Figura 4: Representação da ferramenta MDA em três elementos. Fonte: (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

(*Fun*) que corresponde a parte estética (ou os componentes) do jogo, e também fornece respostas emocionais de acordo com a interação do jogador. (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004)

A Figura 5 ilustra a correspondência de cada tópico da Figura 4 com os tópicos existentes no elementos de jogos definidos na seção 2.2, a ressalva fica por parte do último tópico exibido nomeado *Aesthetics*, que conforme a definição de (WERBACH; HUNTER, 2012) seria *Components*.



Figura 5: Componentes da ferramenta MDA. Fonte: (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

A dinâmica e a mecânica possuem uma linha tênue e são frequentemente tratadas como o mesmo assunto, porém a mecânica é definida como o comportamento e ações do jogador (a seção 2.2.2 trata exclusivamente deste tema). Já a dinâmica é a apelação motivacional da experiência que a mecânica proporciona (BUNCHBALL, 2010). Werbach e Hunter (2012) complementam essa definição ressaltando que a dinâmica é algo que o jogador não possui contato diretamente apesar de fazer parte da experiência do jogo.

### 2.2.2 Mecânica

Brown (2014) define arquitetura de *software* como as decisões tomadas em um projeto que não se pode reverter sem um nível mínimo de esforço, decisões que requerem um esforço para mudarem e que não são fáceis de mudar em uma tarde.

Assim como a arquitetura de *software*, a mecânica possui elementos que requerem um

esforço para serem alteradas ou mudadas uma vez que implementadas. Porém isso não quer dizer que seria impossível a alteração das mecânicas escolhidas em um certo ponto no tempo, apenas que essas mudanças requerem um esforço significativo.

Como um ponto de partida Werbach e Hunter (2012) definiram uma lista sintética com as mecânicas que se destacam, e segundo os autores são as mais importantes a se considerar para um sistema de gamificação. Deterding et al. (2011) e Stiegartz et al. (2017) definem gamificação como a utilização de elementos de jogos, em um outro contexto que não seja um jogo (o termo gamificação é explorado em maiores detalhes na seção 2.3). Os elementos da lista ilustrada a seguir exemplificam alguns elementos de jogos que são passíveis de serem aplicados em outro contexto.

- Desafios (quebra-cabeças ou outras tarefas que exigem esforço para resolver)
- Chance (elementos de aleatoriedade)
- Competição (um jogador ou grupo ganha, e o outro perde)
- Cooperação (os jogadores devem trabalhar juntos para alcançar um objetivo comum)
- *Feedback* (informações sobre como o jogador está evoluindo)
- Aquisição de recursos (obtenção de itens úteis ou colecionáveis)
- Recompensas (benefícios para alguma ação ou realização)
- Transações (negociação entre jogadores, diretamente ou através de intermediários)
- Turnos (participação sequencial por jogadores alternados)
- Estado de vitória (objetivos que tornam um jogador ou grupo vencedor - Estado de empate ou perda são conceitos relacionados)

A lista criada pelos autores possui dez tópicos elencados entretanto não é necessário utilizar todos de uma vez em um processo de gamificação (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012). Frequentemente essa escolha depende do objetivo da gamificação a ser alcançado.

Por outro lado, os autores Adams e Dormans (2012) possuem uma definição mais ampla sobre a mecânica, e a definem como as regras, os processos e os dados que circulam

no jogo, além de definir como a progressão do jogador acontece e quais condições determinam vitória ou perda. Em outras palavras, as regras definem o que o jogador pode fazer e como o jogo irá reagir.

### 2.2.3 Componentes

Por fim, os componentes são a última parte do todo que são os elementos de jogos explorados neste trabalho. Da mesma forma que a dinâmica é o modelo mais abstrato dos elementos, os componentes são o oposto. Eles são a parte mais concreta dos elementos de dinâmica e mecânica (WERBACH; HUNTER, 2012).

A interação do usuário é feita através dos componentes, para descrever o que é possível realizar dentro de um sistema gamificado ou um jogo. A lista a seguir ilustra os quinze componentes mais importantes que devem estar presentes em uma gamificação. Assim como a mecânica, não é necessário possuir todos os componentes ilustrados, isso depende do objetivo a ser alcançado.

- Conquistas (objetivos definidos)
- Avatars (representação visual do personagem do jogador)
- Badges (representação visual das conquistas)
- Boss Fights (desafios especialmente difíceis no ponto culminante de um nível)
- Coleções (conjuntos de itens ou badges para acumular)
- Combate (uma batalha definida, geralmente de curta duração)
- Desbloqueio de conteúdo (aspectos disponíveis apenas quando os jogadores atingem os objetivos)
- Presentear (oportunidades de compartilhar recursos com outras pessoas)
- Leaderboards (exibições visuais da progressão e conquista do jogador)
- Níveis (etapas definidas na progressão do jogador)
- Pontos (representações numéricas da progressão do jogo)

- Missões (desafios pré-definidos com objetivos e recompensas)
- Gráficos sociais (representação da rede social dos jogadores dentro do jogo)
- Times (grupos definidos de jogadores trabalhando juntos para um objetivo comum)
- Bens Virtuais (ativos de jogo com valor percebido ou em dinheiro real)

## 2.3 Gamificação

Gamificação vem sendo aplicada em escala por diversos pesquisadores e professores na academia como uma alternativa ao método tradicional de ensino, de forma a aumentar o engajamento dos alunos, como por exemplo se verifica nos trabalhos de Lima et al. (2012), Gómez-Álvarez, Sánchez-Dams e Barón-Salazar (2016) e Marques et al. (2015). Um conjunto mais completo de referências é contemplado na revisão de literatura apresentada durante o desenvolvimento deste trabalho. De maneira geral o termo gamificação vem ganhando popularidade por pesquisadores em diferentes áreas (MATALLAOUI; HANNER; ZARNEKOW, 2016).

Para seguir em frente com a proposta de se criar uma ferramenta gamificada, se faz necessário a busca da definição do termo gamificação, pois esse termo pode ser interpretado de maneira equivocada por pessoas dentro e fora da academia.

Deterding et al. (2011) e Stieglitz et al. (2017) definem gamificação como a utilização de elementos de jogo, em um outro contexto que não seja um jogo. Como por exemplo a utilização de um jogo de cartas em um contexto educacional para ensinar a história da computação (SANTOS; FIGUEIREDO, 2017). Neste contexto as cartas são o elemento do jogo e a história da computação o assunto a ser ensinado.

Já Kapp, Blair e Mesch (2012) possuem uma definição mais abrangente, definem gamificação como a utilização de mecânica de jogo, estética e pensamento de jogo para engajar pessoas, motivar ação, promover educação e resolver problemas. Segundo os mesmos autores é necessário diferenciar o que é um jogo, uma gamificação e uma simulação para não causar nenhuma confusão entre as definições.

Seguindo com essa linha, as características de um jogo mencionadas pelos autores são ilustradas na lista a seguir:

- Existe um espaço de jogo definido em que os jogadores concordam em se envolver em atividades de jogo
- Há um início, meio e fim claros para um jogo
- Existe um estado vencedor definido
- Os jogadores sabem quando eles completaram o jogo
- Um jogo normalmente tem vários elementos de jogos
- Os jogos contêm desafios, um mecanismo para várias tentativas, algum tipo de sistema de recompensas, um objetivo claro que os jogadores trabalham para alcançar e um objetivo final

A gamificação é comumente confundida com a aplicação de jogos, mas possui alguns tópicos chave que se diferenciam, como visto na lista a seguir. Na gamificação é possível utilizar apenas um elemento de jogo (mas não é restrito a), como por exemplo as badges para engajar a uma pessoa a alcançar um objetivo, enquanto em um jogo é comumente utilizado mais de um (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012).

- A intenção não é criar uma unidade independente
- É possível usar apenas um elemento do jogo para engajar
- A intenção é usar elementos de jogos para incentivar a se envolverem com o conteúdo e progredirem em direção a um objetivo

Por fim, a simulação é a que apresenta um maior grau de diferenças entre jogos e gamificação, cujo aspectos são (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012):

- Um ambiente realístico
- Os jogadores podem praticar comportamentos e experimentar os impactos de suas decisões

A simulação tem o objetivo primário de fornecer um ambiente realístico para facilitar o aprendizado. Como um exemplo, simulação é um meio utilizado por empresas aéreas para

diminuir o custo e principalmente para treinar pilotos com pouca experiência, diminuindo assim a taxa de acidentes e erro de procedimento ao comandar uma aeronave<sup>1</sup>. Para esse fim o conjunto de *software* e hardware precisa simular fielmente o que o piloto irá passar no mundo real.

A Tabela 1 resume as diferenças de cada tipo de abordagem baseado na definição dos autores Kapp, Blair e Mesch (2012), levando em consideração os pontos que destacam-se entre Jogo, Gamificação e Simulação.

JOGO	GAMIFICAÇÃO	SIMULAÇÃO
Há um início, meio e fim claros para um jogo.	A intenção é usar elementos de jogos para incentivar a se envolverem com o conteúdo e progredirem em direção a um objetivo.	Um ambiente realístico.
Existe um estado vencedor definido.		Os jogadores podem praticar comportamentos e experimentar os impactos de suas decisões.
Os jogadores sabem quando eles ou alguém completou o jogo.		
Um jogo normalmente tem vários elementos de jogos.	É possível usar apenas um elemento do jogo para engajar.	

Tabela 1: Diferenças entre Jogo, Gamificação e Simulação. Fonte: (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012).

Por outro lado, Werbach e Hunter (2012) identificaram três tipos de gamificação, a interna, a externa e a comportamental e cada uma com um objetivo diferente que visam o mundo corporativo, mas não são exclusivos ao mesmo.

- Gamificação interna: Existem dois atributos distintivos da gamificação interna. Os

---

<sup>1</sup><http://www2.fab.mil.br/musal/index.php/projeto-av-hist/62-projeto-av-hist/470-os-primordios-dos-simuladores-de-voo>

jogadores já fazem parte de uma comunidade definida e a segunda é a dinâmica motivacional (a motivação para jogar)

- Gamificação externa: A externa está relacionada com os clientes e o objetivo de alcançar uma taxa maior de lucro.
- Mudança de comportamento: Tem o objetivo de mudar o comportamento de uma população. Como por exemplo melhorar a qualidade de vida ou construir sistemas que ajudem a situação financeira das pessoas

Os autores fornecem uma imagem (Figura 6) que ilustra os três tipos de gamificação identificados e como eles estão relacionados. Da mesma maneira que os termos definidos foram inspirados pelos negócios, na imagem é possível identificar a utilização da palavra communities (comunidades) que pode ser aplicada a outros objetivos que não seja uma empresa.

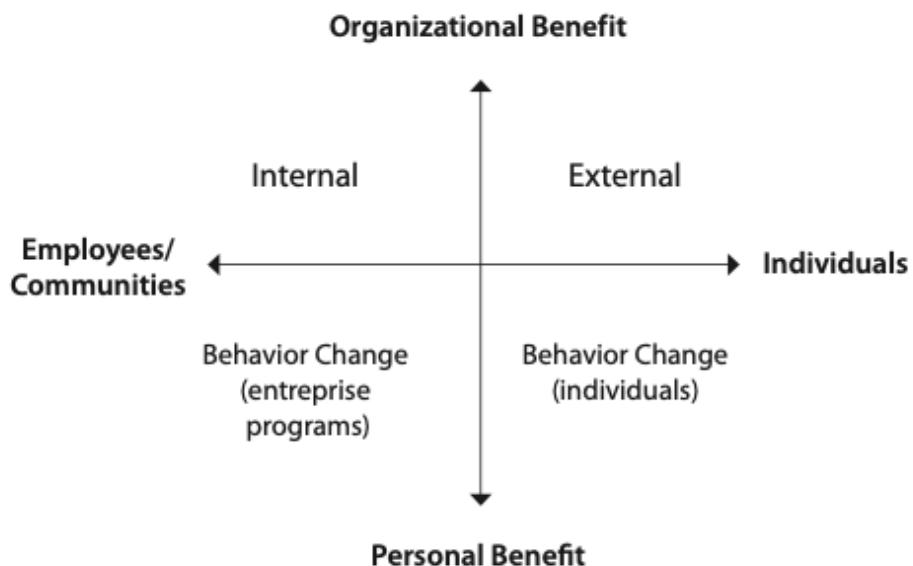


Figura 6: Tipos de gamificação e sua aplicação. Fonte: (WERBACH; HUNTER, 2012).

Alem de definir o que é gamificação, é necessário também deixar claro o que não é gamificação. Werbach e Hunter (2012) ressaltam que é preciso ter em mente que gamificação não tem como objetivo final construir um jogo utilizando todos os elementos de jogos existente, ou que o resultado final será um jogo de entretenimento com vários efeitos de animação ou a utilização de motores de jogos complexos que fazem cálculos de física.

Seguindo esse mesmo raciocínio, Kapp, Blair e Mesch (2012) ressaltam os motivos errados para se escolher gamificação. Dentre eles estão:

- Jogos são legais/divertidos
- Todo mundo está usando gamificação
- Todo mundo ama jogos
- É fácil de se criar um jogo

Explorando as pesquisas realizadas com gamificação (capítulo 4), cria-se a hipótese que o item da lista “Todo mundo ama jogos” pode não ter a veracidade esperada, reafirmando assim a opinião dos autores de que esse não é o motivo adequado para utilizar gamificação.

O trabalho de Brum e Cruz (2017) por exemplo mostram dados que nem toda estratégia de gamificação atinge cem por cento da percepção de aprendizagem dos alunos, alguns inclusive alegam que o método de se utilizar gamificação não altera sua percepção de aprendizagem, e por outro lado alguns necessitam um paralelo do jogo para o mundo real (SILVA et al., 2012a).

No tópico “É fácil de se criar um jogo” é outro argumento que é preciso ser explorado com maior detalhe. A criação de um jogo em si pode envolver partes da engenharia de *software* “clássica” que se contempla diferentes áreas, como por exemplo a análise de requisitos, planejamento, design, arquitetura, desenvolvimento, testes entre outros aspectos que são mais detalhados por Pressman (2014) e Sommerville (2017). E também se faz necessário adicionar alguns campos para que se tenha um jogo completo, como por exemplo gerenciamento de áudio, utilização de física e cálculos matemáticos, artistas entre outros (ROGERS, 2014). Agregando assim mais complexidade ao desenvolvimento de um jogo o que torna essa tarefa algo não trivial de se produzir (BOGOST, 2011).

A literatura nos mostra com dados que a gamificação pode ser efetiva (WERBACH; HUNTER, 2012), em especial no que diz respeito aos aspectos motivacionais. No mundo corporativo, empresas como *Nike*, *American Express* e *Microsoft*, por exemplo, obtiveram resultados positivos incluindo gamificação em seus negócios. Além disso, há resultados encontrados na revisão da literatura apresentada neste trabalho que nos mostram resul-

tados positivos no âmbito acadêmico, indicando que alunos possuem uma percepção de aprendizagem maior do que com as estratégias tradicionais de ensino.

### **2.3.1 Como e quando utilizar gamificação**

A ideia central do trabalho é a proposta de uma ferramenta gamificada para auxiliar o ensino de testes unitários para alunos da graduação. Porém existem outras alternativas para atingir esse objetivo, como por exemplo a utilização de simulação ou a de um jogo completo.

O primeiro passo para saber quando utilizar gamificação, é identificar se o objetivo a ser alcançado é de fato um candidato adequado para a gamificação.

A utilização da gamificação parece uma escolha razoável uma vez analisada a literatura (seção 4) com diversos trabalhos que a aplicam para aumentar o engajamento dos alunos e mostram resultados, em geral, positivos.

Para confirmar essa primeira hipótese, a Tabela 2 criada por Kapp, Blair e Mesch (2012) será utilizada. Esta tem o objetivo de auxiliar a escolha entre jogo, gamificação ou simulação através do objetivo a ser alcançado. A coluna do lado esquerdo ilustra o objetivo a ser alcançado, e a coluna do lado direito sugere o candidato mais adequado (jogo, gamificação ou simulação).

<b>Objetivo a ser alcançado</b>	<b>Estratégia a ser adotada</b>
Construir habilidade de liderança	Simulação
Realisticamente preparar alunos para um estado futuro	Simulação
Proporcionar uma experiência realista para os alunos no final de um currículo	Simulação
Teste os alunos? desempenho de procedimentos específicos num formato realista	Simulação
Treinar os alunos no desempenho de procedimentos específicos em um formato realista	Simulação
Proporcionar um ambiente seguro e realista para os alunos praticarem habilidades e cometerem erros	Simulação
Ensinar habilidades psicomotoras a um aluno	Jogo, Simulação
Impactar as atitudes, crenças ou valores de um aluno	Jogo (Fantasia, Estratégia, Suporte, <i>Role playing</i> , Combinar, Explorar)
Testar os alunos? conhecimento de fatos, conceitos e termos	Jogo (Teste, Combinar, <i>Puzzle</i> , Explorar)
Ensinar os alunos a juntarem elementos para formar um todo coerente ou funcional ou reorganizar elementos num novo padrão ou sequência	Construir seu próprio jogo, Jogo (Construção)
Ensinar os alunos como dividir o material em partes constituintes, determinando como as partes se relacionam umas com as outras e com uma estrutura ou propósito geral através da diferenciação, organização e atribuição	Jogo (Alocar recursos)

Ensinar os alunos a executar ou usar um procedimento através da execução ou implementação	Jogo ( <i>Role playing</i> ), Simulação
Ensinar os alunos a construir um significado a partir de mensagens orais, escritas e gráficas, interpretando, exemplificando, classificando, resumindo, inferindo, comparando e explicando	Jogo ( <i>Puzzle</i> , Explorar)
Ensinar os alunos a recuperar, reconhecer e recuperar conhecimentos relevantes da memória de longo prazo	Jogo (Combinar, Coletar)
Fazer julgamentos com base em critérios e padrões através da verificação e crítica	Jogo (Estratégia)
Evitar noções preconcebidas sobre um estado futuro enquanto prepara os alunos para esse estado futuro	Jogo (Fantasia)
Ensinar os alunos a generalizar o conhecimento que já possuem para novas situações	Jogo (Fantasia)
Motivar os alunos a percorrerem um currículo	<i>Structural Gamification</i>
Motivar os alunos por meio de conteúdo atraente	Gamificação
Incentivar os alunos a retornarem regularmente a um currículo	Gamificação
Influenciar o comportamento do aluno dentro de um curso	Gamificação, Jogo (Fantasia)
Impulsionar os alunos a inovar	Gamificação
Incentivar os alunos a construir habilidades ou adquirir conhecimento de forma independente	Gamificação
Ensinar aos alunos novos conteúdos	Gamificação

Tabela 2: Decisão de qual elemento utilizar. Fonte: Kapp, Blair e Mesch (2012).

O termo Combinar, utilizado na Tabela 2 é uma tradução do termo *matching*. Segundo Kapp, Blair e Mesch (2012) o termo refere-se a jogos que o jogador deve combinar um certo tipo de item no jogo com outro. Essa mesma mecânica é utilizada no jogo da memória, o jogador deve virar uma carta e combina-la com a sua correspondente.

Segundo os mesmos autores o termo Coletar possui objetivo de coletar o maior número de objetos de um determinado tipo no jogo, a mesma mecânica é utilizada no jogo *Pacman*.

Por fim, Alocar Recursos é o tópico onde o equilíbrio é a chave para o sucesso. Em

*SimCity* o jogador precisa balancear as diferentes variáveis no jogo para ter sucesso. O jogador deve balancear a necessidade de construir infraestrutura básica com a necessidade de ter educação, saúde, parques e lazer (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012).

## 2.4 Considerações parciais

Ao longo deste capítulo foi explorado o universo dos serious game e gamificação, esses dois tópicos que, na visão de leigos frequentemente são interpretados como o mesmo assunto. Porém as duas abordagens possuem divergências e são utilizadas para diferentes objetivos. As duas abordagens são utilizadas dentro e fora do mundo acadêmico de acordo com a literatura apresentada neste capítulo.

Por um lado existem os *serious games* são jogos criados com foco além do puro entretenimento, por outro lado a gamificação que utiliza elementos de jogos em um contexto que não é um jogo.

Além da distinção dos dois termos, uma seção foi dedicada exclusivamente a exploração dos elementos de jogos que são utilizados nas estratégias de gamificação, que é a proposta deste trabalho.

O próximo capítulo define o teste de *software*, os tipos de testes existentes na literatura, explora em detalhes o teste unitário e a metodologia de desenvolvimento guiado por testes.

### 3 TESTE DE SOFTWARE

#### 3.1 Aspectos conceituais

A tarefa de testar *software* é a parte em que times de desenvolvimento devem se dedicar exclusivamente, utilizando ferramentas apropriadas para controle de defeitos no *software* e garantir o funcionamento correto do requisito. Porém não é o que constatamos na literatura, apesar do tema ser abordado por diversos autores (PRESSMAN, 2014) (SOMMERVILLE, 2017).

A definição de teste de *software* segundo Sommerville (2017) é a tarefa de mostrar que um *software* faz o que ele se propõe a fazer, e além disso, descobrir seus defeitos antes de colocar o *software* em uso. Ainda segundo o mesmo autor, podemos dividir o objetivo de testar um *software* em duas partes:

- 1) Demonstrar para o cliente e para o desenvolvedor que o *software* possui os requirementes especificados
- 2) Expor algum comportamento indesejado

Através dessas duas definições temos uma visão geral do que encontramos no processo do teste de *software*. O primeiro tópico visa demonstrar para o cliente que aquilo que está sendo construído é exatamente o que foi especificado anteriormente. O cliente neste sentido não precisa ser necessariamente uma pessoa, pois se torna frequentemente uma entidade, como por exemplo uma empresa.

Já o segundo tópico possui um objetivo contrário, expor um comportamento indesejável e até possíveis falhas dado um determinado conjunto de dados. Comportamento esse que deve ser também explícito nas especificações do *software*, mesmo que ele seja indesejável.

##### 3.1.1 Verificação e Validação

A tarefa de verificação e validação é uma visão um pouco mais abrangente do teste de *software*, mas que tem relação direta com o tópico 1 da seção anterior.

Verificação se refere a tarefa que garante que o *software* implementa corretamente as especificações. Validação se refere a diferentes tarefas que garantem que o *software* construído está de acordo com as necessidade do cliente (os requisitos) (PRESSMAN, 2014) (SOMMERVILLE, 2017).

Segundo Sommerville (2017) e Pressman (2014), se faz necessário ter os comportamentos esperados e os não esperados na documentação do sistema em questão, porém, a literatura mostra que além dos testes, requisitos de *software* sofre por ser um assunto que requer uma abstração de sistema por parte de quem a exerce, o que pode ser custoso para quem não possui experiência prévia (SILVA et al., 2012b).

Isso deixa uma lacuna não apenas em um aspecto do ciclo de desenvolvimento de *software*, mas em dois: a de teste e a de requerimentos. O que leva a hipótese de que um está diretamente conectado ao outro para a entrega de um *software* que atenda as expectativas do cliente.

Os requisitos ditam o que deve ser escrito pelo programador, quais são os resultados e quais são as expectativas esperadas pelo cliente. Em seguida a fase de testes utiliza essa informação para conferir o que foi desenvolvido, garantindo assim a veracidade de que o *software* está fazendo o que ele se propõe a fazer. A precisão dos requisitos de *software* é imprescindível para a criação e execução do teste, uma vez que o requisito esteja errado, o teste gerado para verificar também estará errado.

### 3.2 Aspectos conceituais: Teste unitário

Antes de focar especificamente nas etapas do teste unitário, se faz necessário uma explanação breve sobre os componentes de arquitetura existentes em um *software* no momento de escrita deste trabalho, pois esses componentes afetam diretamente o entendimento do ciclo TDD e por consequência a escrita do teste unitário. O objetivo desta seção é dar um exemplo de uma arquitetura de um *software* web que possui teste unitário.

Um *software* web, seja escrito na linguagem de programação PHP, Java, Python ou NodeJs, por exemplo, consiste geralmente de três componentes fundamentais:

- Servidor web

- Aplicação (*Framework* na linguagem de programação escolhida)
- Banco de dados

O servidor web é a primeira parte que interage com o usuário, ao abrir o navegador e digitar um endereço qualquer na barra de pesquisa, um ciclo é iniciado até o usuário obter a resposta. O navegador por si tenta identificar qual servidor é responsável pelo endereço digitado, e ao encontrar um, uma requisição é enviada para o servidor para fazer o seu tratamento. Por fim, a aplicação se encarrega de executar a lógica necessária para atender a requisição.<sup>2</sup>

A aplicação por sua vez é a responsável por interpretar os dados enviados pela requisição do servidor web, e executar as regras definidas pelos requisitos do *software*. É na aplicação que toda lógica necessária para atender os requisitos do *software* são satisfeitos, assim como fazer a união de diferentes partes de um *software* como o servidor web e o banco de dados.

É nesta fase que o banco de dados é acionado, mas essa não é uma etapa obrigatória, o acionamento só ocorre se alguma informação que esteja no banco de dados seja necessária. A aplicação faz acesso ao banco de dados e resgata essas informações para enviar ao usuário. E com as informações, uma resposta é despachada para o servidor web como resposta. Por sua vez o usuário recebe em seu navegador a resposta de todo esse processo, conforme é ilustrado na Figura 7.

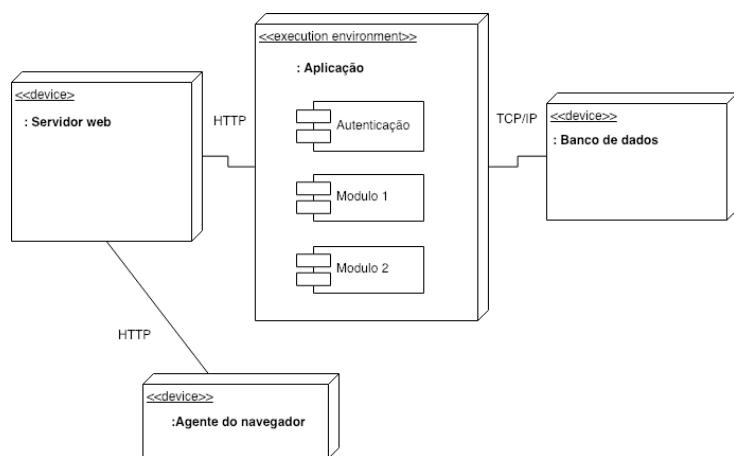


Figura 7: Exemplo de arquitetura de web em 3 camadas. Fonte: Elaborada pelo autor.

---

<sup>2</sup><https://developers.google.com/web/updates/2018/09/inside-browser-part2>

O foco do teste unitário está somente na aplicação, e abstrai qualquer elemento externo a isso, seja o banco de dados ou o servidor web. Para levar em conta testes que levam em consideração todos os componentes da arquitetura é utilizado outro tipo de teste, como o teste de aceitação do usuário e o teste funcional.

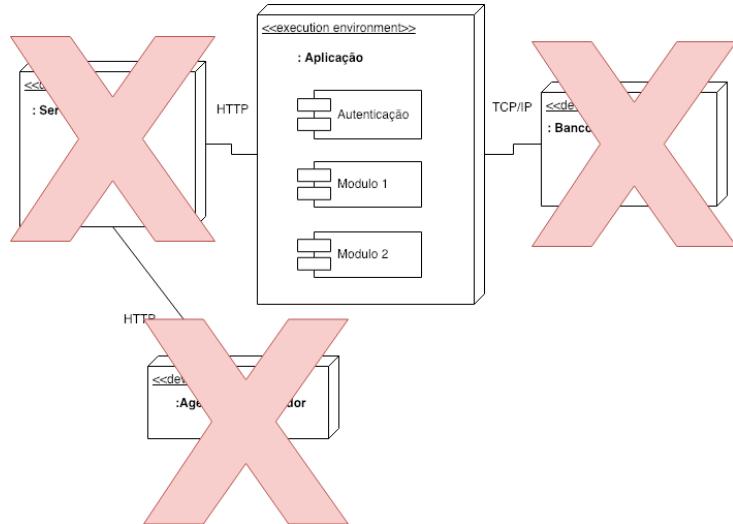


Figura 8: Foco do teste unitário na arquitetura web 3 camadas. Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 8 ilustra o foco do teste unitário que se concentra somente na aplicação, outros fatores não são levados em consideração.

### 3.3 Teste unitário

Teste unitário é o tipo de teste que é criado e executado pelo programador no momento em que é escrito o código do *software*, esse tipo de teste é o oposto do teste de caixa preta e caixa branca que frequentemente é executado por um profissional dedicado a esta tarefa, e que não escreve o código em questão. Sommerville (2017) define teste unitário como o processo de testar diferentes componentes de um programa, como por exemplo métodos e classes.

### 3.4 TDD (Test Driven Development)

Teste unitário (do inglês Unit Test) se popularizou através da metodologia TDD (em português: Desenvolvimento Guiado por Testes) onde o programador começa a escrever o código do teste antes do código do *software* de fato (JANZEN, 2005). Segundo Beck (2010) TDD é um pouco nebuloso, TDD é uma consciência da lacuna entre decisão e *feedback* durante a programação.

Beck (2010) faz menção à lacuna entre o *feedback* e a programação visando a dificuldade dos programadores ao possuir uma resposta rápida no momento em que estão escrevendo o código. Frequentemente o processo de escrita pelo programador segue três passos básicos: O primeiro é a escrita do código, o segundo o teste e o terceiro a refatoração caso algo esteja errado ou exista a necessidade de mudança no código.

Aqui cria-se a hipótese de que com a evolução das interfaces gráficas e a evolução dos fluxos para a realização de tarefas nos sistemas, o programador se vê à frente de executar passos extras para chegar ao ponto em que seu código possa ser testado, tardando assim o *feedback* se o código está funcionando conforme o esperado e impactando diretamente na entrega tardia das alterações necessárias no *software*.

O mantra do TDD definido por Kent Beck segue três fases distintas:

- Vermelho - Escrever primeiramente o código do teste, pensando em como o mesmo deve se comportar
- Verde - Fazer o teste passar com a menor alteração possível
- Azul - Refatorar, remover qualquer código duplicado e fazer pequenas melhorias de padrões

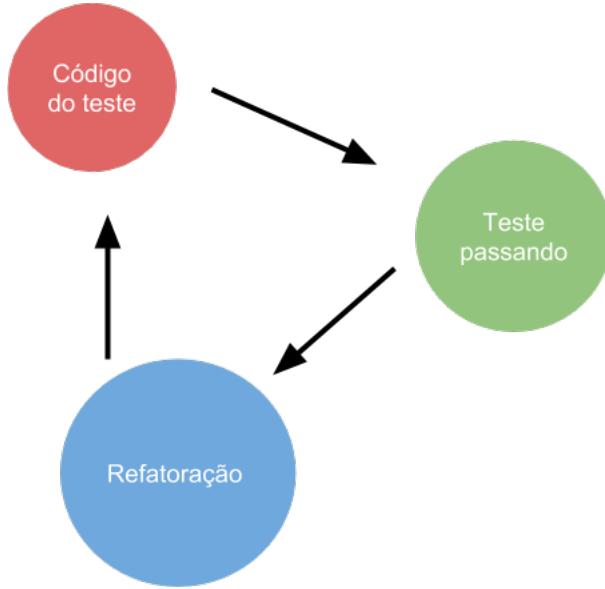


Figura 9: Ciclo de execução do TDD. Fonte: (BECK, 2010).

A primeira fase do TDD (vermelho) é a primeira etapa a ser considerada pelo programador a ser feita quando está se desenvolvendo com teste unitário, para alguns resulta estranho o fato de escrever o código de teste, antes do código de “produção”.

Código de produção é um termo utilizado para o código que irá efetivamente construir o algoritmo desejado para realizar determinada tarefa. A barreira aqui está na mudança de paradigma, que talvez para quem possua mais experiência em programação seja mais complexo. Pois com os anos de programação acumulado vícios são acumulados e desenvolvidos tornando a experiência da utilização de um novo paradigma custosa.

Por outro lado anos de experiência podem ajudar o programador a fazer essa mudança, com a experiência vem o domínio de uma linguagem de programação e por consequência a tarefa de escrever testes se torna menos complexa, pois o foco será a escrita do código de teste, sem ser necessário fazer consultas externas para sanar uma dúvida de sintaxe.

Em seguida entra a segunda etapa do ciclo, a escrita do código de produção que faça o teste passar com a menor alteração possível. Se faz importante destacar: “a menor alteração possível”, pois esta etapa foca exclusivamente em ter o teste escrito pela etapa anterior passar. Essa etapa é o que Beck (2010) define como *baby step*.

*Baby step* é o ato de fazer uma alteração pequena que atinja o objetivo assim como os passos de um bebê, que são curtos mas que faz o bebê andar e atingir seu objetivo. Particularmente a fase do *baby step* é uma das técnicas mais valiosa utilizando TDD, alte-

rando a menor parte do código necessária para o teste passar fornece para o programador um momento de auto reflexão enquanto está programando.

A experiência nesta etapa também pode causar um efeito indesejado no ciclo, já que programadores mais experientes tendem a utilizar uma abstração elevada. Mesmo sem a necessidade do mesmo. Esse comportamento é denominado *over engineering*.

Finalmente a terceira e última parte do ciclo é a refatoração. Refatorar é o termo utilizado para descrever a atividade de alterar o código existente de um sistema sem alterar seu comportamento externo, e fazendo melhorias para evitar erros (FOWLER et al., 1999). Apesar de ser uma técnica utilizada frequentemente por programadores, refatorar código existente em sistemas que não possuem testes automatizados se torna uma tarefa custosa e com o risco elevado. Pois fica inviável garantir que a refatoração feita não produz efeitos colaterais em diferentes partes do sistema.

Nesse momento do ciclo devemos alterar, se necessário, a estrutura do código de produção para se adequar ao objetivo a ser alcançado. Frequentemente é essa a etapa que elementos fixos introduzidos no código pela etapa anterior são alterados para variáveis.

### 3.5 Ensino de teste de software

Teste unitário guia o programador a escrever seu código em pequenas funções/métodos para que seja possível realizar o teste em pequenas unidades do *software* ao invés do *software* como um todo. Entretanto, o interesse pelo tópico não é constante: analisando as buscas pelo termo, *Google Trends* mostra alguns picos de interesse na linha do tempo.

Teste unitário não possui a atenção necessária, mesmo utilizando um termo mais abrangente como “teste unitário” na ferramenta de busca mais utilizada no Brasil e no mundo.

O próximo capítulo analisa o panorama do ensino de Testes de *software* no contexto da educação em Computação.

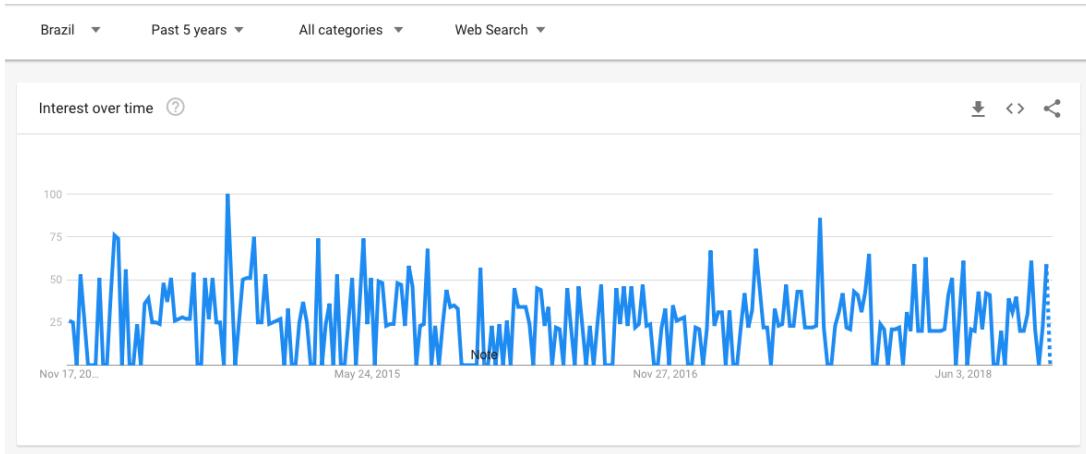


Figura 10: Interesse do termo “teste unitário” segundo Google Trends de 2013 á 2018.

Fonte: Google.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E TÉCNICA

Nesse capítulo são exibidos em detalhes os passos utilizados na revisão da literatura, assim como os congressos escolhidos e a faixa de tempo determinada para a pesquisa de trabalhos relacionados ao assunto deste trabalho.

### 4.1 Metodologia utilizada para a revisão

Uma revisão da literatura dos congressos WEI - *Workshop sobre Educação em Computação*, CLEI - *Conferencia Latinoamericana de Informática*, SIGSE - *Special Interest Group on Computer Science Education* no espaço de 5 anos (de 2013 até 2017) foi conduzida para entender o que foi publicado sobre o assunto e quais são os espaços que não foram explorados. Após essa análise manual, de consulta dos anais de cada congresso, os artigos foram divididos nas seguintes categorias: Teste e engenharia de *software*, Educação e engenharia de *software*, educação, Gamificação, Educação e gamificação. Essas categorias foram selecionadas pois possuem uma conexão direta com o tema proposto por este trabalho.

A tabela a seguir mostra o total de artigos publicados (de 2013 até 2017) de acordo com as categorias aqui apresentadas, nota-se que a categoria Educação e gamificação no congresso WEI e a categoria Teste e Engenharia de *software* no congresso CLEI são as mais populares.

Categoria	CLEI	WEI	SIGSE
Teste e engenharia de <i>software</i>	8	3	1
Educação e engenharia de <i>software</i>	3	8	0
educação	1	13	0
Gamificação	1	0	0
Educação e gamificação	4	25	0

Tabela 3: Número de trabalhos relacionados por categoria e congresso

O trabalho presente está situado entre duas categorias das apresentadas até aqui, a Teste e engenharia de *software* e Educação e Gamificação. Na tabela apresentada e na literatura pode-se identificar uma lacuna em unificar essas duas áreas do conhecimento, de forma que os alunos ao utilizarem a ferramenta se sintam motivados a utilizar a prática de teste de *software* e em específico testes unitários.

## 4.2 Revisão de literatura: O ensino de teste de *software*

O ensino de teste de *software* nos cursos de graduação na área de computação e informática possui uma carga horária menor se comparado a outros tópicos. Isso pode refletir no mercado de trabalho, uma vez que na prática times de desenvolvimento não se dedicam como o esperado a fase de teste de um *software* (BENITTI; ALBANO, 2012) (MOREIRA; COUTINHO, 2012).

Benitti e Albano (2012) apresenta os currículos de referência nacionais, dentre eles CEEInf 1999, SBC 2003, SBC 2005 e internacionais IEEE 2004, ACM, AIS e IEEE 2006. Dos currículos nacionais aqui apresentados, todos mencionam o assunto Teste de *software* como parte da disciplina de Engenharia de *software* ou como parte de outras disciplinas. Ainda segundo os autores, não existe um detalhamento sobre cada item que deve ser abordado neste assunto.

Já os currículos internacionais como o ACM, fazem a sugestão de teste de *software* ser uma matéria exclusiva, mas deixam os tópicos a serem abordados a cargo da instituição.

Para entender melhor o que as universidades oferecem a respeito de teste de *software*, uma pesquisa feita pelos mesmos autores contou com a análise de 9 instituições que juntas

possuem 18 cursos na área de informática. Foram encontradas 28 disciplinas que possuem teste de *software* em sua matriz curricular e deste montante, 11 possuem uma disciplina específica para teste de *software*. As 17 restantes possuem teste de *software* como um subtópico de outra disciplina. Os autores chamam a atenção para as 11 universidades que possuem teste de *software* como uma disciplina específica e que esse número demonstra que as instituições estão se preocupando em se aprofundar mais no que se desrespeito a teste de *software*, mas que ainda não se atingiu o mesmo patamar que as definições internacionais possuem.

Moreira e Coutinho (2012) sugere então uma ferramenta para fomentar a importância do teste de *software* e transformar a experiência do aluno no processo de aprendizagem do planejamento do teste. iTestLearning tem o objetivo de ensinar ao aluno o planejamento do teste a partir da especificação do projeto. Esse processo é o que precede a execução do teste em si.

Moreira e Coutinho (2013) mostram que os resultados alcançados pela ferramenta iTestLearning foram satisfatórios, onde foi notado um aumento considerável nos itens Satisfação, Confiança, Relevância e Atenção. O critério satisfação teve o resultado de 77,8%, O aspecto de confiança obteve 94,4%, o aspecto relevância obteve um total de 88,23% e o aspecto de atenção obteve uma média de 64,8%.

Já os itens relacionados à Experiência do Usuário (Competência, Diversão, Desafio, Interação Social e Imersão) obteve uma média abaixo do esperado, um total de 68,3%. Os itens que conseguiram maior percentuais foram diversão, desafio e competência. E os que obtiveram menor valor foram: Interação social e imersão. Os autores atribuem esse percentual baixo ao jogo não ter nenhuma interação com outros alunos e a falta de aspectos gráficos que permita a imersão do aluno.

Por fim a última forma de avaliação realizada pelos alunos teve foco na aprendizagem, onde os autores ressaltam que a média foi de 70%. Nesta avaliação entretanto os autores ressaltam a possibilidade de outras avaliações para o item Contribuição para a disciplina que obteve o percentual de 66,7%, abaixo do esperado.

A avaliação foi aplicada em 18 alunos da disciplina de Introdução a engenharia de *software* da turma de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Amazonas. Além disso aspectos teóricos sobre teste de *software* foram passados para os alunos, antes

de apresentar a ferramenta iTestLearning.

### **4.3 Revisão de literatura: Gamificação e educação**

Embora a preocupação sobre o ensino de teste de *software* seja clara até aqui, existe o lado dos alunos, no momento da aprendizagem. A preocupação ultrapassa as fronteiras da engenharia de *software* e chega até a educação básica, onde a preocupação dos professores é de se adaptar ao aluno e ao seu momento tecnológico. Segundo (BRUM; CRUZ, 2017), os nativos digitais, são aqueles que já nasceram em meio às tecnologias digitais e que se diferenciam dos Imigrantes digitais que precisam se adaptar às mudanças tecnológicas, e faz-se necessário a mudança do conteúdo passado para os alunos. Brum e Cruz (2017) defendem a utilização da gamificação para reduzir essa diferença entre os nativos digitais (alunos) e os imigrantes (professores). Um experimento aplicado na matéria de robótica teve um resultado positivo mostrando que os alunos se mantiveram engajados, unidos, com maior dedicação e maior comprometimentos nas tarefas aplicadas.

Para chegar a tal conclusão os autores aplicaram um formulário anônimo com quatro questões, onde os alunos comparavam a matéria sem a gamificação e após a utilização do mesmo. No total 21 alunos responderam o questionário, e foi possível constatar que 76,2% acreditaram se dedicar mais na matéria e 57,1% revisaram as tarefas antes de entregá-las, 76,2% acreditaram ter aprendido mais durante esse período. Um contraponto interessante nessa pesquisa é que 19% dos alunos acreditam que não houve interferência nenhuma em seu aprendizado e 4,5% declararam que não foi uma experiência positiva (BRUM; CRUZ, 2017). Em trabalhos futuros é possível investigar qual o motivo que levou esses alunos a tal conclusão.

### **4.4 Revisão de literatura: Gamificação no ensino de computação**

Nesta seção trabalhos que estão utilizando gamificação no ensino de computação são apresentados.

Matérias oferecidas por universidades que fazem parte da engenharia de *software* também apresentam o impacto positivo na aprendizagem dos alunos ao utilizar gamificação. O ActGame, é um jogo educacional que foi desenvolvido como uma alternativa

ao ensino tradicional do diagrama de atividades, um dos diagramas que compõe a UML (SILVA; STEINMACHER; CONTE, 2017).

Silva, Steinmacher e Conte (2017) mostram que os resultados obtidos pelo modelo de avaliação MEEGA foram positivos, nos tópicos: motivação, design e experiência do usuário. Os resultados também apontam melhorias a serem feitas, como por exemplo a imersão dos jogadores enquanto estiverem jogando e a segurança de estarem modelando um diagrama de atividades corretamente.

Diagramas da UML são frequentemente utilizados para demonstrar como o futuro sistema deve se comportar, quais são os seus componentes e sua lógica. Silveira (2016) demonstra uma abordagem gamificada para o ensino de padrões de projetos que utilizam diagramas de classes como forma de ilustrar o padrão de projeto proposto.

Padrões de projetos que também fazem parte da engenharia de *software* possui seus desafios para alunos e professores, pois é uma matéria que requer um entendimento dos problemas existentes em más práticas de programação por parte dos alunos, e também da experiência que os professores possuem para facilitar a aprendizagem dos alunos Silveira (2016). A alternativa sugerida pelo autor para minimizar estes problemas é a utilização de um GDD (*Game Document Design*) em contraste com os padrões de projetos existentes, divididos em 4 semanas. Sendo as três primeiras para tarefas relacionadas aos padrões de projeto e a última como uma apresentação final dos resultados obtidos por cada estudante.

Na primeira semana foi apresentado os padrões de criação: *Singleton*, *Factory method*, *Prototype*, *Builder* e *Abstract factory*. Na segunda semana, os padrões estruturais: *Bridge*, *Decorator*, *Composite*, *Adapter*, *Proxy*. Na terceira semana, os padrões de projeto comportamentais: *Strategy*, *State*, *Observer*.

Os resultados apresentados mostram que mais de 60%, notaram positivamente que conhecem mais sobre padrões de projetos do que anteriormente. Os resultados também mostram, que o padrão Prototype foi o melhor aprendido pelos alunos, o padrão Singleton e Factory method mostraram uma percepção boa de aprendizagem pelos alunos. O autor ressalta que o padrão Flyweight e Facade foram os que os alunos tiveram maior dificuldade em aprender, todo os outros tiveram uma boa percepção de 80%.

A abordagem de gamificação para o ensino da computação é utilizada em diferentes

momentos da vida acadêmica do aluno, Netto et al. (2017) mostra em seu trabalho que é possível utilizar gamificação até nos cursos fundamentais para os alunos seguirem na carreira de desenvolvimento como a programação.

A programação é uma matéria extremamente importante para os alunos de computação, pois ela é a que guiará o aluno para programar em qualquer linguagem de programação existente. Porém é uma matéria que exige dos alunos uma capacidade de abstração e conceitos lógicos (NETTO et al., 2017). Diante das diferentes ferramentas citadas pelo autores já existentes como o Blockly Games, o Robocode e Snap!, a proposta apresentada é a de um jogo que visa os alunos do ensino fundamental, médio até os primeiros anos dos cursos superiores.

No jogo os alunos são desafiados em etapas, e para cada desafio vencido é acrescentando uma dificuldade extra para o próximo desafio. O jogo possui um personagem, onde os alunos possuem alguns comandos que simulam a instrução dada a máquina por botões direcionais: Frente, Baixo, Esquerda, Direita.

Netto et al. (2017) ressalta que apesar da amostra de apenas 10 alunos respondendo a pesquisa, os resultados obtidos pela avaliação são positivas. Ao perguntar aos alunos para avaliar o jogo com uma nota de 0 a 10, 70% responderam de 8 á 10, cerca de 80% conseguiram relacionar o conteúdo do jogo com algo da matéria, 100% conseguiu compreender facilmente a proposta do jogo e 100% se sentiram motivados a continuar jogando.

A dificuldade de abstração não é exclusividade da disciplina de programação como demonstrado por Netto et al. (2017), a disciplina estrutura de dados é uma matéria da computação que requer um grande poder de abstração e entendimento lógico por parte dos alunos, sabe-se que representações gráficas como vídeos ajudam no entendimento de algoritmos de estrutura de dados, mas não são eficientes, pois os alunos podem rapidamente se distrair e acabar perdendo o foco e não entenderem o conceito por um todo (BARBOSA et al., 2017).

Barbosa et al. (2017) propõe a utilização de *serious games*. A análise feita de trabalhos relacionados mostram algumas características faltantes nos jogos educacionais que visam a aprendizagem de estrutura de dados, como por exemplo: interação com os elementos da ferramenta, apresentação de códigos, explicação dos algoritmos abordados, flexibilidade e

*feedback.*

A solução proposta por Barbosa et al. (2017) se divide em duas etapas, DEG4Trees-ABB e DEG4Trees-AVL. Os resultados obtidos com um questionário respondido pelos alunos se mostrou positivo, o critério de avaliação de utilidade percebida teve uma média de 6,48 de um total de 7, no critério de “recomendação do jogo DEG4Trees”, atingiu uma nota 7 de um total de 7, ou seja 100%. No critério “Facilidade de uso percebido” a média ficou em 6,26 e por fim o critério “usar o jogo DEG4Tree é uma boa ideia” ficou com a média de 6,83.

## 4.5 Considerações parciais

A metodologia apresentada com a separação das categorias e a demonstração dos trabalhos relacionados demonstra que a área de teste de *software* precisa ser explorada. Apesar dos esforços acadêmicos e do mercado de trabalho, ainda não é possível afirmar que teste de *software* é uma prática comum.

Por outro lado, a gamificação é uma prática amplamente utilizada por diversas áreas do conhecimento dentro da computação. Essa utilização se dá pelos resultados positivos obtidos pelas pesquisas realizadas. Através da gamificação os alunos aumentam o seu nível de engajamento e a absorção do conteúdo passado nas aulas é maior.

## 4.6 Revisão técnica

Neste capítulo é apresentado uma revisão técnica com três propostas diferentes que utilizam gamificação como técnica para o ensino. Os exemplos citados foram coletados através da experiência prévia do autor.

Porém todas elas possuem um ponto em comum, são ferramentas que gamificam o processo de aprendizagem de uma tecnologia. Duas, são focadas exclusivamente na web: Flexbox Froggy e How HTTPS works. Uma abrange expressões regulares, que pode ser utilizado na web porém é uma tecnologia disponível em plataforma desktop e mobile.

#### 4.6.1 Flexbox Froggy

Flexbox Froggy é um jogo que tem o objetivo de ensinar as propriedades do *flex box*<sup>3</sup> para programadores, para jogar é necessário ter conhecimento prévio nas tecnologias HTML, CSS e como essas se conversam. Não há uma restrição explícita, mas a falta desses requisitos pode frustrar o jogador.

O tema do jogo é utilizar as propriedades do *flex box* para posicionar os sapos em seu devido lugar, que são marcados pela planta vitória régia.

As diferentes fases do jogo demonstram pequenos trechos de como as propriedades trabalham em conjunto, no total são vinte e quatro níveis. A dificuldade incrementa a cada nível gradativamente, e propriedades demonstradas nos níveis anteriores são reutilizadas em níveis seguintes como um modo de fixar o que foi passado durante o jogo.

Todas as fases são estruturadas da mesma forma, conforme ilustra a Figura 11.

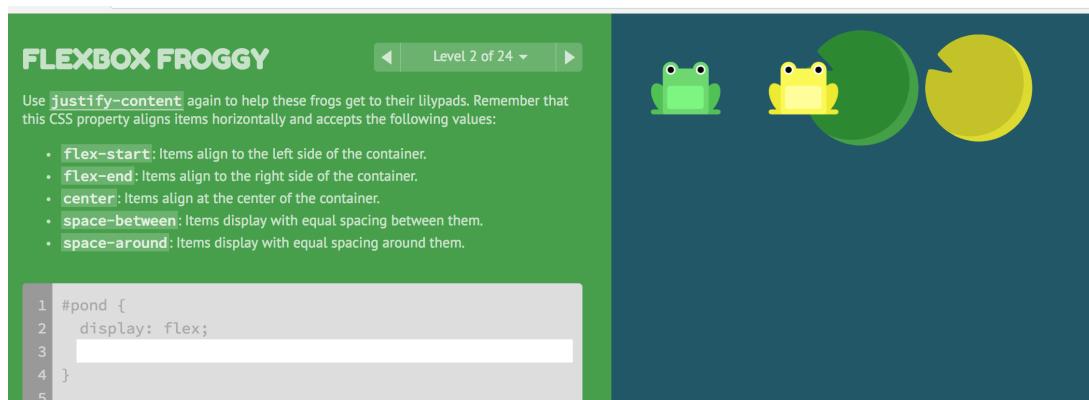


Figura 11: Tela inicial do Flexbox Froggy. Fonte: (PARK, 2015).

O lado esquerdo possui instruções do objetivo que se deve alcançar para passar ao próximo nível, assim como o lado que jogador interage com o jogo. O lado direito demonstra o *feedback* para o jogador conforme as propriedades do *flex box* são digitadas do lado esquerdo, a posição dos sapos se altera em tempo real.

Não existe uma barreira entre os níveis que exija uma progressão linear do jogador, é possível visualizar os níveis seguintes a qualquer momento através do menu.

*Flexbox Froggy* é um *software* livre e seu código fonte pode ser acessado pelo *GitHub*<sup>4</sup>,

<sup>3</sup><https://www.w3.org/TR/css-flexbox-1/>

<sup>4</sup><https://github.com/thomaspark/flexboxfroggy>

o repositório do código fonte possui mais de três mil estrelas e devido a contribuição da comunidade o jogo foi traduzido para diversas línguas como Espanhol, Franceis, Português, Japonês, Coreano entre outros.

#### 4.6.2 How HTTPS Works

Com a expansão da internet a preocupação com a segurança dos dados que são trafegados recebeu atenção até o lançamento do protocolo SSL (Secure Socket Layer), e posteriormente a sua atualização para TLS (*Transport Layer Security*). Como esses dois termos se referem a mesma coisa, o texto a seguir utilizará somente SSL (TOTTY et al., 2009). Para o usuário final identificar se está acessando um site seguro ou não se dá por duas etapas:

- O endereço do site deve começar com **https://** (e não somente **http://**)
- Verificar a existência de um cadeado verde na barra de endereço do navegador

A utilização de um site seguro, evita que algum usuário mau intencionado consiga espionar os dados que estão sendo transmitidos do usuário para o servidor. Esse tipo de proteção se faz necessária principalmente para tratar dados sensíveis do usuário, como por exemplo dados de cartão de crédito e credenciais para se autenticar em algum serviço.

Porém em meio as vantagens aqui descritas e a necessidade de se utilizar um protocolo seguro, a utilização do mesmo no navegador *Chrome* no Brasil até Março de 2014 era de 41%<sup>5</sup>. Para incentivar a utilização de um protocolo seguro algumas iniciativas foram feitas. A primeira citada aqui é o *Let's Encrypt*<sup>6</sup> que permite a utilização de SSL sem a necessidade de ter um certificado.

Uma das hipóteses para a falta de adoção do SSL é a falta de conhecimento sobre o assunto, e para trazer uma solução o *How HTTPS Works*<sup>7</sup> fornece uma forma de entender o SSL através de quadrinhos.

---

<sup>5</sup><https://transparencyreport.google.com/https/overview?hl=en>

<sup>6</sup><https://letsencrypt.org>

<sup>7</sup><https://howhttps.works>



### How HTTPS works ...in a comic! 🌈⚡🍕

Figura 12: Tela inicial do How HTTPS Works. Fonte: <https://howhttps.works>.

#### 4.6.3 Regex Crossword

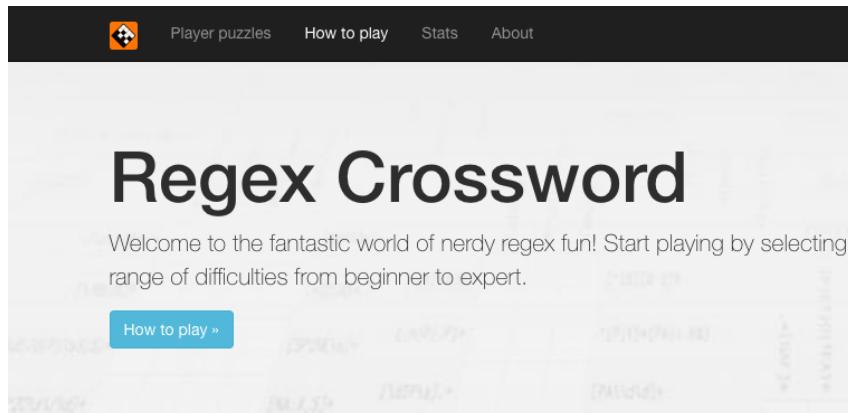
Expressão regular é utilizada para encontrar padrões em textos, e esse tipo de técnica é frequentemente utilizada por programadores. Porém as expressões regulares possuem uma fama de serem difíceis de aprender e aplicá-las corretamente. A proposta do *Regex Crossword*<sup>8</sup> é utilizar gamificação para transformar a prática do ensino de expressões regulares.

A inspiração surgiu do jogo Sudoku. Porém ao invés de números, é utilizado expressões regulares. A expressão deve se encaixar na horizontal e na vertical. Porém existe uma diferença com o tradicional Sudoku, as expressões incluídas podem se repetir na horizontal e na vertical.

A principal regra do *Regex Crossword* está em preencher os quadros com que condiz com o padrão necessário. Os padrões que estão localizados no começo de cada linha e cada coluna, são as expressões regulares que precisam ser satisfeitas.

---

<sup>8</sup><https://regexecrossword.com>



### Tutorial

### Beginner

Figura 13: Tela inicial do Regex Crossword. Fonte: <https://regexcrossword.com>.

Os elementos de gamificação utilizados formam uma experiência engajadora<sup>9</sup><sup>10</sup> para alunos e programadores (mas não limitado a) que desejam aprimorar o conhecimento sobre expressões regulares.



Figura 14: Instruções de como jogar Regex Crossword. Fonte: <https://regexcrossword.com/howtoplay>.

Os elementos de jogos utilizados proporcionam aos jogadores competir, conquistar medalhas, compartilhar suas conquistas nas redes sociais e enviar a sua própria proposta de desafio para outros jogadores.

<sup>9</sup><https://twitter.com/jacobmcdev/status/908142367798173696>

<sup>10</sup><https://twitter.com/MWSundberg/status/886847087681220608>

# **5 CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO**

Neste capítulo é apresentado todo o desenvolvimento e concepção da ferramenta Testable, a arquitetura adotada e as tecnologias utilizadas.

## **5.1 Concepção: Teste unitário**

A primeira etapa da concepção para o processo de gamificação do ensino de teste unitário é a divisão de assuntos que teste unitário abrange e assuntos relacionados ao mesmo. Para isso a proposta aqui apresentada divide o assunto em dois principais tópicos, Introdução a teste unitário e TDD.

O primeiro tópico (Introdução: Teste unitário), apresenta ao usuário o conceito de teste unitário nos dois principais paradigmas de programação ensinados nas universidades. O segundo tópico é focado na apresentação do TDD, com o objetivo de como aplicar teste unitário de uma forma eficiente para escrever o código.

O usuário que se propõe a utilizar a ferramenta gamificada Testable, necessita se tentar a dois requisitos. Os requisitos nomeados não são obrigatórios, porém a falta dos mesmos pode causar frustração, dificultar o entendimento do usuário e a não progressão dentro da ferramenta.

1. Programação estruturada
2. Programação orientada a objetos

A lista a seguir ilustra os tópicos que são abordados na ferramenta Testable de uma forma macro, já a Tabela 4 possui uma visão com maiores detalhes de qual é o objetivo de cada etapa dentro da ferramenta.

1. **Introdução: Teste unitário**
  - (a) Teste unitário aplicado a programação estruturada
  - (b) Teste unitário aplicado a programação orientada a objetos
2. **Introdução: TDD**

- (a) Vermelho
- (b) Verde
- (c) Azul

A opção por apresentar programação estruturada e programação orientada a objetos foi tomada especialmente para ilustrar que teste unitário pode ser realizado em ambos paradigmas. Apesar do assunto ter um destaque maior na programação orientada a objetos, a técnica de testar o código em unidade pode ser aplicada em vários paradigmas de programação existentes.

A programação funcional não foi incluída por ser um paradigma que não tem uma pulverização nas universidades, e requerer do usuário uma bagagem extra de experiência e entendimento para que seja efetivo.

A Tabela 4 possui os detalhes de cada tópico que a ferramenta Testable abrange.

Tópico	Descrição
<b>Introdução: Teste unitário</b>	Introduzir os conceitos base para o usuário de quais aspectos da programação é possível utilizar teste unitário.
Programação estruturada	Exemplificação da utilização de teste unitário com o paradigma da programação estruturada, com exemplos de funções que são passíveis de teste e funções que não são passíveis de teste.
Programação Orientada a Objetos	Utilizar os conceitos apresentados na sessão anterior acrescentando a utilização de classes.
<b>Introdução: TDD</b>	Apresenta a técnica TDD para o usuário. Exemplificando o que é o TDD, quais os seus benefícios e pontos negativos.
Vermelho	Primeira etapa do ciclo TDD, exemplificar o propósito de se escrever o código anteriormente ao código de produção.
Verde	Segunda etapa do ciclo TDD, exemplificar a importância de se alterar o código de produção com a menor alteração possível, apenas para que o teste unitário passe.
	Mudando de estado do vermelho para o verde.
Azul	Terceira e última etapa do ciclo TDD, exemplificar o propósito da refatoração (se necessária) e a confiança de se alterar o código e garantir que não existem efeitos colaterais.

Tabela 4: Descrição detalhada dos assuntos abordados

A ferramenta Testable, se limita em apresentar o teste unitário e a metodologia TDD para o usuário. Deixando de lado tópicos que são relacionados diretamente com o tema de teste unitário e TDD, e são eles:

- Impacto na produtividade do programador ao utilizar teste unitário e TDD

- Melhores práticas de desenvolvimento com TDD

## 5.2 Concepção: Transformação lúdica

Os estilos de gamificação apresentados na seção de Revisão Técnica (4.6) possuem elementos lúdicos que permitem o usuário fazer semelhanças entre o objeto real e o personagem apresentado.

*Flexbox Froggy* utiliza um sapo como personagem principal para personificar um elemento HTML, já o *How HTTPS Works* utiliza animais para ilustrar objetos do mundo digital. O pássaro faz o papel do navegador (browserbird), o cachorro representa um computador (compugter).

A ferramenta Testable utiliza a mesma técnica lúdica para fornecer uma experiência gamificada e ao mesmo tempo tópicos elencados no one-sheet GDD (*Game Design Document*) (ROGERS, 2014).

Rogers (2014) define *the one-sheet* como um documento de uma folha (e somente uma) que contém os tópicos ilustrados na lista a seguir sobre o jogo a ser desenvolvido, *the one-sheet* é o começo de um ciclo incremental de quatro GDD's. Segundo o mesmo autor, o *the one-sheet* GDD é uma descrição geral, que pode ser lido por seus colegas ou pela editora que publica jogos. O objetivo é manter o documento interessante, informativo e curto.

- Título do jogo.
- Sistemas de jogo pretendidos.
- Idade desejada dos jogadores.
- *Intended Entertainment software Rating Board (ESRB) rating.*
- Um resumo da história do jogo, focada no *gameplay*.
- Modos de gameplay.
- Pontos únicos (*selling points*).
- Produtos competitivos.

Apesar da ferramenta Testable não ser um jogo, os tópicos elencados por Rogers (2014) guia essa seção na transformação lúdica. Para isso alguns tópicos da lista original não foram utilizados por possuirem um foco em um jogo completo. A nova lista com os tópicos utilizados nas seções seguintes é ilustrada a seguir:

- Título da ferramenta.
- Sistemas de jogo pretendidos.
- Um resumo da história do jogo, focada no *gameplay*.
- Modos de *gameplay*.

O primeiro tópico da lista original foi renomeado para se adequar ao contexto da proposta apresentada. Em vez de “Título do jogo” foi escolhido utilizar “Título da ferramenta”.

O tópico “Sistemas de jogo pretendidos.” possui a seção 5.4 dedicada para os sistemas pretendidos na ferramenta, o tópico “Um resumo da história do jogo, focada no gameplay” também possui a seção 5.3 dedicada para o assunto.

### 5.3 Concepção: História

O universo lúdico de testable consiste na história do personagem principal, um charismático e inteligente inseto, chamado Buggy (Figura 15, do lado esquerdo), que sonha ser reconhecido como um grande programador, mas não é bem visto dentro desse mundo, já que ironicamente é um bug.

Buggy tem apenas alguns meses que desenvolve, e sua linguagem de programação favorita é o javascript. Apesar de alguns programadores mais experientes possuirem algum tipo de antipatia com Javascript, o pequeno Buggy segue seu desafio de ser um programador melhor a cada dia, e acabar com qualquer tipo de estereótipos a respeito dos insetos. Acompanha as novas tendências de tecnologia e escuta a podcasts de programação para ficar antenado no que está acontecendo ao seu redor.

Porém Buggy está muito incomodado com a supervalorização dos alienígenas no mercado de programação, pois são sempre estereotipados como os mais inteligentes nesse

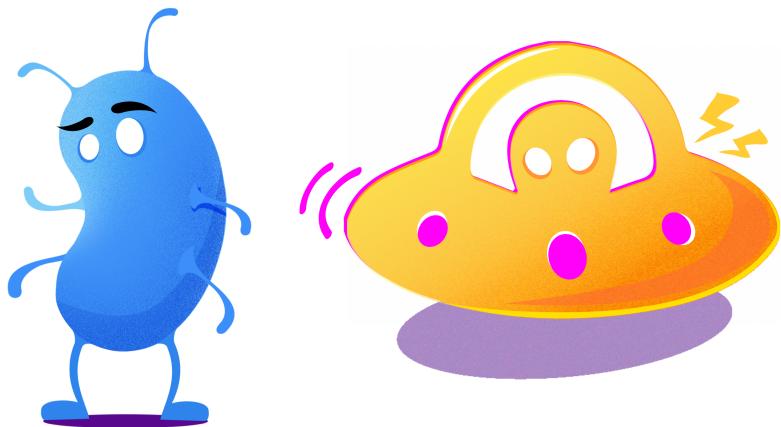


Figura 15: Personagens da experiência gamificada, na esquerda Buggy e na direita Alien.

Fonte: Elaborada pelo autor.

meio, já que muitos possuem parceria com a Nazah, e estão sempre lançando tendências de super programações para o mercado espacial. Claro que o pequeno Buggy se inspira em muitos aliens, mas tem um colega em especial, chamado Alien, que não respeita as diferenças e sempre o subestima, e mesmo assim acaba sendo privilegiado somente por ser um alienígena (Figura 15, do lado direito).

Agora Buggy precisa desafiar os preconceitos da sociedade, e mostrar que pode ser um grande profissional, independente se é um inseto ou um alien. Para isso, ele está desenvolvendo um projeto, mas ao implementar novas funcionalidades erros aparecem em outras partes do sistema. Depois de muitos estudos, bug descobre que existe os testes unitários, e embora sejam importantes, quase não são utilizados. Assim como seu colega Alien, que nunca o utiliza, pois acha perda de tempo por não ter aprendido na sua faculdade.

#### 5.4 Concepção: Elementos da experiência gamificada

Esta seção do trabalho apresenta a divisão do conteúdo da ferramenta Testable em níveis, de forma a construir uma progressão na linha do tempo para o usuário. A tarefa de se construir uma experiência rica para o usuário é árdua e requer diferentes partes do mundo da gamificação para ser feito (MANRIQUE, 2013b).

Manrique (2013c) criou um conjunto de trinta e cinco cartas<sup>11</sup> para auxiliar a criação

---

<sup>11</sup><http://www.epicwinblog.net/2013/10/the-35-gamification-mechanics-toolkit.html>

da experiência gamificada de uma forma simples e efetiva. Seu toolkit para desenvolver uma experiência gamificada é nomeado “toolkit for Gamification Design” e é baseado em cartas e dividido em cores, ilustradas a seguir:

- Rosa - *Onboarding*
- Amarelo - *Late Onboarding*
- Laranja - *Midgame*
- Azul - *Late Midgame*
- Verde - *Endgame*
- Roxo/Épico - *Everlasting experience*

Para cada item na lista apresentada existe um conjunto de cartas, na versão dois desse kit as cartas estão distribuídas da seguinte forma: as cartas de cor rosa, amarelo, laranja, azul e verde possuem seis cartas cada, já a cor roxa possui cinco cartas<sup>12</sup>.

A primeira versão do toolkit desenvolvido por Manrique (2013a) é diretamente ligada a versão dois, já que a base e os fundamentos teóricos são extraídos da primeira versão e utilizados extensivamente na versão dois. A versão um se diferencia por não possuir um conjunto de cartas para serem utilizadas na definição da experiência gamificada, ao invés de cartas, é utilizado quatro tabelas (MANRIQUE, 2013a).

Manrique (2013c) sugere no total três passos para a utilização do toolkit, sendo que o primeiro é a obter as cartas e imprimi-las. Em seguida a sugestão é de dividir as cartas por cor, já que as cores utilizadas representam uma etapa do processo de design da criação da experiência gamificada. A última etapa sugerida é fazer diferentes combinações para criar novas experiências.

A combinação de experiência gamificada para a ferramenta Testable é apresentada na Figura 16

As cartas escolhidas formam uma combinação linear na evolução do usuário dentro da experiência gamificada, porém o seus níveis não representam como esse elementos são

---

<sup>12</sup>Cartas do “toolkit for Gamification Design” ordenadas por cor na Figura 8.1



Figura 16: Testable - experiência gamificada. Fonte: (MANRIQUE, 2013c).

apresentados para o usuário, ao invés disso as cartas representam os elementos que a experiência possui.

Com exceção das cartas *Tutorial* e *Epic Challenge*, as cartas *Experience Points*, *In-Game Currency*, *Random Rewards* e *Free Lunch* acompanham o usuário durante o decorrer da experiência gamificada toda.

## 5.5 Concepção: Dinâmica

A seção 2.2.1 apresenta o conceito da dinâmica que segundo Werbach e Hunter (2012) é a parte mais abstrata e que engloba mecânica e componentes. Nesse sentido a proposta ilustrada na Figura 17, apresenta o fluxograma de das restrições que a ferramenta gamifica possui na dinâmica. O primeiro ponto a se notar é a restrição de usuário, a ferramenta requer a criação de um. Essa restrição é necessária para alguns comportamentos descritos na seção anterior 5.4, como por exemplo pontos de experiência. Além disso, outros comportamentos baseados em usuários são desejados para a realização deste trabalho, como por exemplo a coleta de informações de uso da ferramenta.

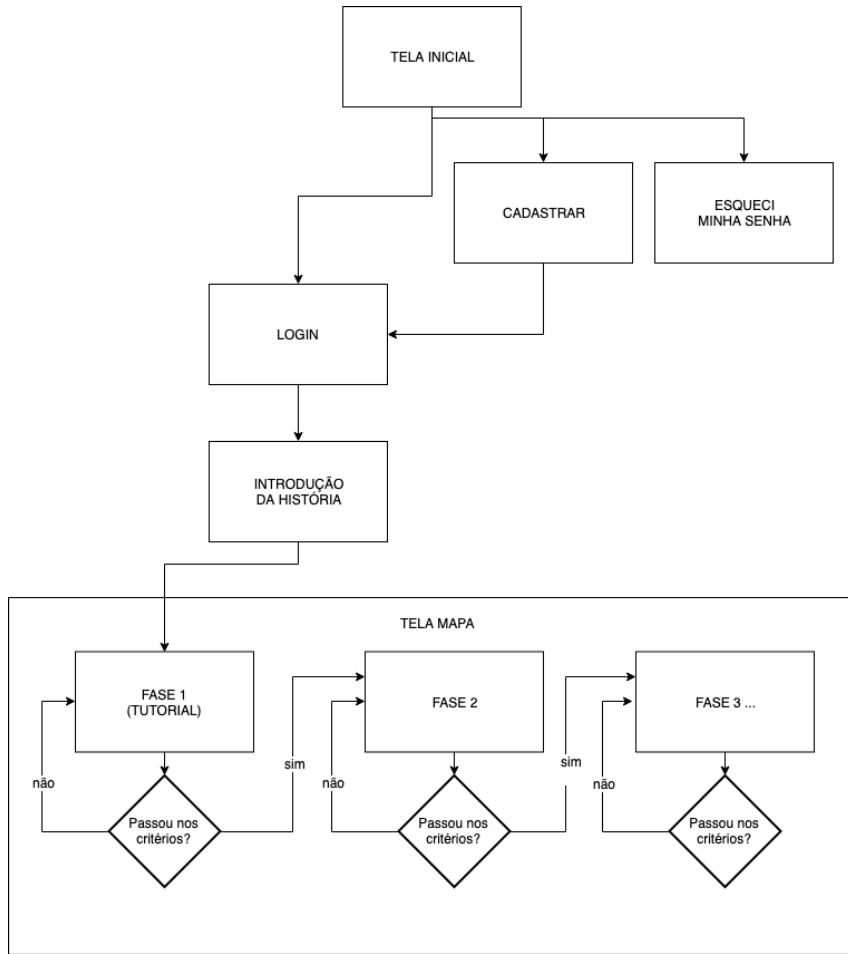


Figura 17: Dinamica utilizada na ferramenta gamificada. Fonte: Elaborada pelo autor.

O segundo ponto a ser ilustrado refere-se aos níveis da experiência gamificada, a restrição aplicada nesse caso impacta diretamente a progressão do usuário. A experiência é linear, todo usuário começará no nível 1 e a partir disso, se desenvolverá dentro da experiência, porém não é possível explorar conteúdos de níveis maiores ao que o usuário possui. Além disso não é possível retroceder uma vez que o nível atual esteja completo. Uma vez que o usuário de nível 1 passou ao nível 2, não será possível retroceder ao conteúdo do nível 1.

## 5.6 Concepção: Mecânica

Apesar da seção anterior (5.4) explorar os elementos da experiência gamificada, o desafio de como abordar o assunto do teste de unidade permanece. A abordagem básica sugerida é a utilização de dois editores de texto, alinhados lado a lado ilustrados na Figura

18. À esquerda o usuário digita o código-fonte e à direita o código de teste. O próximo passo é como entender o código que o usuário está digitando e também acompanhar se o código-fonte e o código de teste atendem aos requisitos necessários. Para superar isso, a estratégia utilizada é uma análise sintática de código seguida por casos de testes predefinidos.

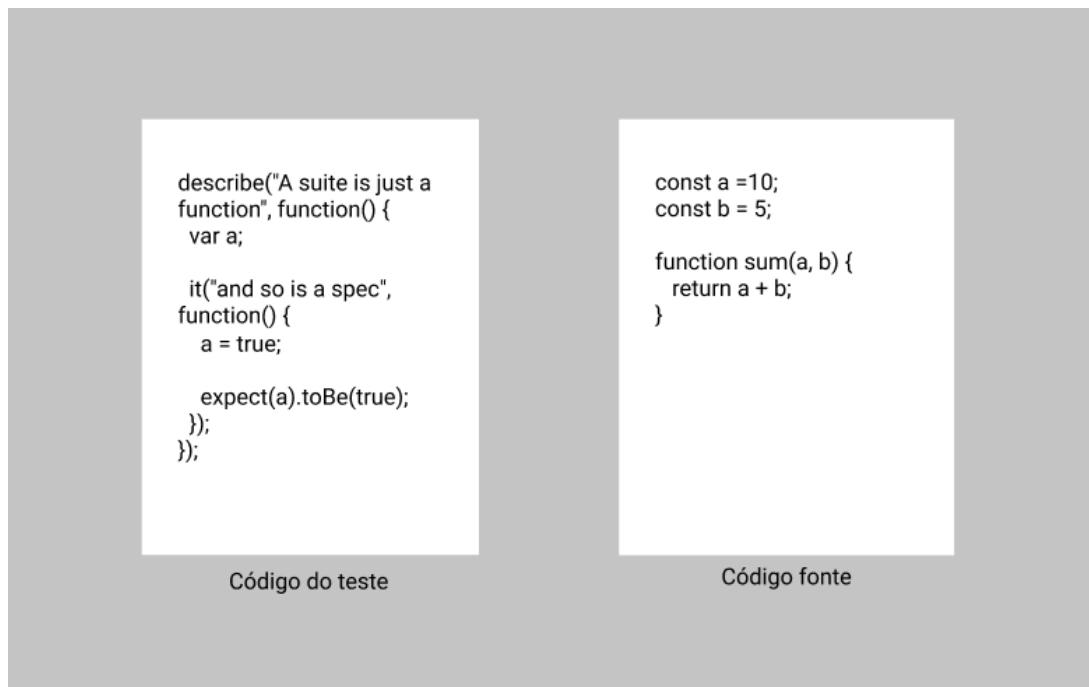


Figura 18: Abordagem sugerida com dois editores de código. Fonte: Elaborada pelo autor.

Plataformas de entrevista <sup>13</sup> e aplicativos que visam melhorar as habilidades de programação dos usuários <sup>14</sup> aplicam a mesma abordagem, o usuário escreve o código-fonte para um dado problema, uma vez que o usuário esteja satisfeito com o código, a plataforma possui um conjunto predefinido de testes que age contra o código para verificar sua funcionalidade. Testable usa a mesma abordagem, para cada interação do usuário no lado esquerdo ou direito (o código-fonte e o código de teste são verificados conforme mostrado na Figura 18), o fluxo representado na Figura 19 é executado.

<sup>13</sup><https://www.hackerrank.com>

<sup>14</sup><https://www.codewars.com>

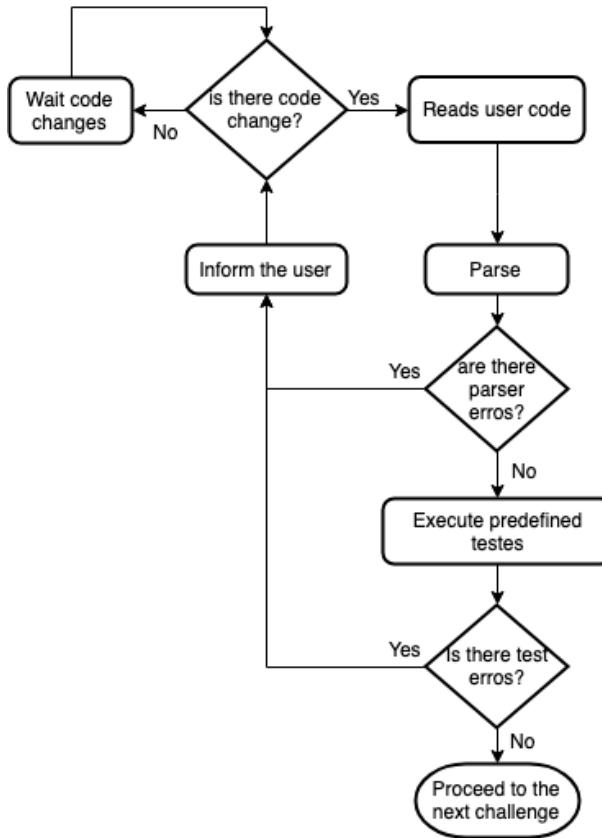


Figura 19: Fluxo de execução do código escrito pelo usuário na ferramenta gamificada.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

O *feedback* para erros é fornecido logo abaixo das caixas (Figura 18), para ajudar os usuários a identificar a causa raiz mais rapidamente; portanto, se o erro estiver no código-fonte, ele aparecerá abaixo da caixa esquerda e, se o erro estiver no código de teste, o erro é exibido abaixo da caixa direita.

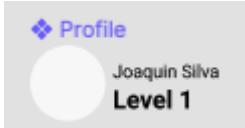
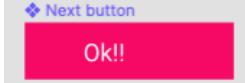
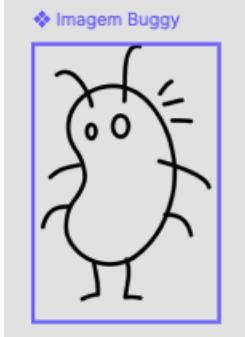
Além disso, a mecânica proposta de possuir dois editores leva em consideração que a entrada de dados realizada pelo usuário será através de um teclado e só será possível escrever código em um editor por vez, embora ambos apareçam disponíveis para o usuário.

## 5.7 Concepção: Componentes

Nesta seção são apresentados os primeiros elementos gráficos criados com a ferramenta *Figma*. Os *Wireframes* aqui apresentados guiaram o resto do desenvolvimento (a parte de codificação) ao passo que foram transformados em elementos finais apresentados na seção 5.10.1. Esses elementos em concreto são os componentes definidos no começo deste

trabalho na seção 2.2.3.

A Tabela 5 apresenta os componentes criados em sua primeira versão, a coluna esquerda possui uma imagem retirada diretamente da ferramenta *Figma* e a coluna do lado direito possui uma breve descrição do que esse elemento representa.

Componente	Descrição
	Informa o nível do usuário com sua foto de perfil e seu nome
	Representa um componente de imputar dados padrão que é utilizado por toda ferramenta gamificada
	Representa um componente de botão padrão que é utilizado por toda ferramenta gamificada.
	Personagem principal Buggy em estágio inicial de desenvolvimento.

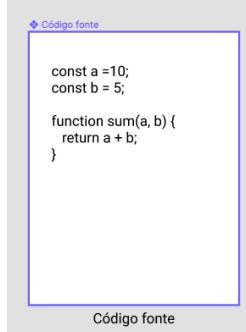
---

Personagem Alien em estágio inicial de desenvolvimento.



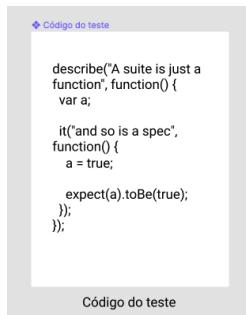
---

Componente que apresenta um editor de código, neste caso o código fonte.



---

Componente que apresenta um editor de código, neste caso o código de teste.



---

Tabela 5: Representação dos componentes criados na ferramenta Figma

Nesta etapa de desenvolvimento, através da ferramenta Figma, foi possível gerar um wireframe interativo com os componentes<sup>15</sup>. Dessa forma foi possível interagir com os wireframes e entender como seria o fluxo completo da ferramenta, seguindo assim dois aspectos do Design Thinking (LINDBERG et al., 2011), o protótipo e o teste e iterando sobre esses passos sem a necessidade de esperar ter a ferramenta codificada.

---

<sup>15</sup>Uma prévia do wireframe interativo está disponível em:  
<https://www.figma.com/proto/bgcx2tDEJsjDqjrSwsjRc4jH/Testable>

## 5.8 Concepção: Conteúdo

As regras que ditam como o conteúdo deve ser apresentado foi descrito anteriormente na seção 5.4 e o conteúdo em si foi descrito na seção 5.1, porém, esta seção descreve em detalhes quais desafios os usuários enfrentaram durante a experiência, levando em consideração a história (seção 5.3), a dinâmica proposta (seção 5.10.1) e a mecânica proposta (seção 5.6). A Tabela 6 apresenta os desafios propostos para a fase inicial da experiência gamificada e tutorial.

Nível	Desafio	Conteúdo
1	Nenhum	Introdução da história e apresentação dos personagens
2	Tutorial: escrever uma função de soma em javascript	Introdução a mecânica utilizada.

Tabela 6: Tabela de conteúdo da experiência gamificada do nível 1 e nível 2

A seguir a Tabela 7 apresenta o conteúdo apresentado após o tutorial.

Nível	Desafio	Conteúdo
3	Não possui desafios.	Continuidade da história.
4	Não possui desafios.	Continuidade da história.
5	Escrever a função de teste para a função de soma apresentada no nível 2	-
6	Não possui desafios.	Continuidade da história.
7	Escrever a função de teste de multiplicação.	-
8	Escrever a função de teste de subtração.	-
9	Escrever a função de teste de divisão.	-
10	Não possui desafios.	Continuidade da história.
11	Escrever o código fonte de divisão com tratamento de divisão por zero e escrever o teste para comprovar o tratamento da divisão por zero.	-
12	Não possui desafios.	Continuidade da história.
13	Não possui desafios.	Continuidade da história.
14	Não possui desafios.	Continuidade da história e exibição do questionário.

Tabela 7: Tabela de conteúdo da experiência gamificada do nível 3 até o nível 14

A Table 8 é a última relacionada com o conteúdo que a experiência gamificada aborda, as etapas a serem seguidas pelo usuário foram elaboradas para combinar os testes realizados anteriormente (do nível 3 até o 14) e incorporar os conceitos necessários do TDD.

Nível	Desafio	Conteúdo
15	Não possui desafios.	Introdução ao TDD.
16	Escrever a função de testar soma, antes do código fonte.	Introdução ao TDD, etapa conhecida como vermelha.
17	Escrever a função de soma	- Introdução ao TDD, etapa conhecida como verde - Neste nível o usuário é explicitamente solicitado para escrever a função sem variáveis.
18	Refatorar a função de soma	Introdução ao TDD, etapa conhecida como azul - Refatora o código para aceitar variáveis.
19	Escrever função de multiplicação seguindo TDD	Desafio final para fixar o fluxo TDD.

Tabela 8: Tabela de conteúdo da experiência gamificada do nível 3 até o nível 14

Esta seção explora a união de diferentes partes descritas até agora e através dos níveis expõe os desafios propostos e qual conteúdo é utilizado em cada etapa.

## 5.9 Arquitetura

O padrão de arquitetura mais comum para aplicações é o padrão de arquitetura em camadas, também conhecido como padrão de arquitetura de n camadas. Esse tipo de arquitetura utilizada camadas para separar a responsabilidade de diferentes partes do *software*. Embora esse tipo de arquitetura não limite o número de camadas a ser utilizada, o padrão mais comum adotado é o de quatro camadas: apresentação, negócio, persistência e banco de dados (RICHARDS, 2015). A Figura 20 ilustra como diferentes componentes são organizados nessa arquitetura.

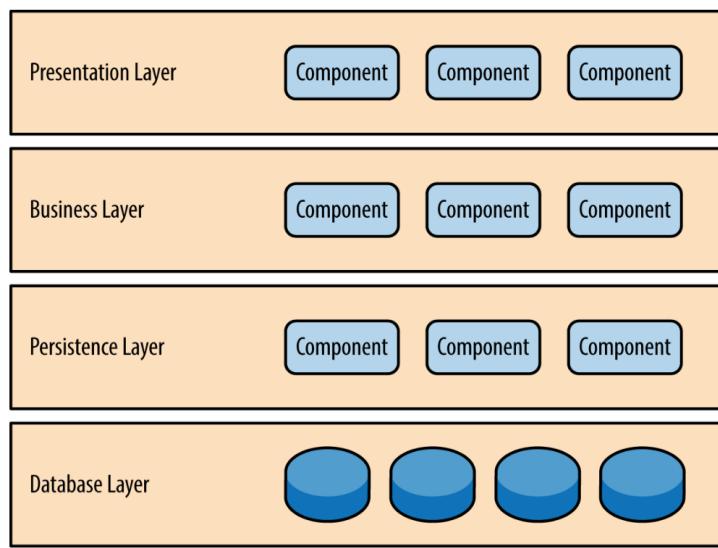


Figura 20: Exemplo de arquitetura de arquitetura em camadas. Fonte: (RICHARDS, 2015).

Esse tipo de arquitetura isola as camadas e permite a comunicação clara de onde cada componente deve estar, porém frequentemente essa arquitetura é utilizada com 3 camadas: apresentação, negócio e persistência. Essas camadas são frequentemente utilizada em inglês em vez de português: MVC (*Model-View-Controller*). Esse estilo é utilizado em diversos *frameworks* web em diversas linguagens de programação, para citar alguns: *Laravel* (PHP), *CodeIgniter* (PHP), *Express* (NodeJs), *Spring boot* (Java). Nesse sentido a ferramenta Testable também utiliza a arquitetura 3 camadas.

### 5.9.1 Caso de uso

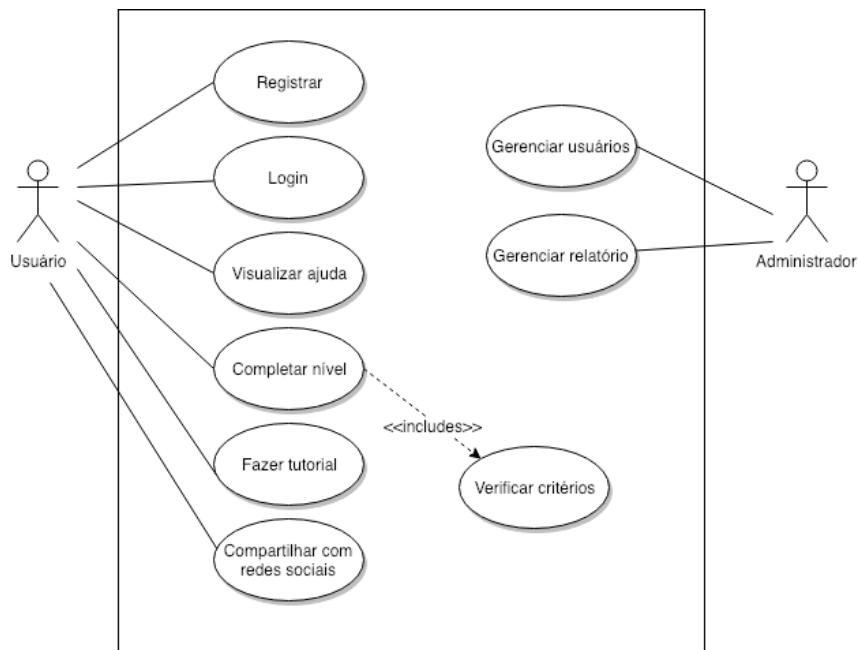


Figura 21: Diagrama de caso de uso ferramenta Testable. Fonte: Elaborada pelo autor.

### 5.9.2 Requisitos

Segundo Pressman (2014) entender os requisitos de um *software* está entre as tarefas mais difíceis que um engenheiro de *software* pode encontrar, e as técnicas utilizadas para definir requisitos é chamada Engenharia de Requisitos.

#### 5.9.2.1 Requisitos funcionais

- RF01 - O usuário deve informar email e senha para se registrar.
- RF02 - O usuário deve ter a opção de redefinir senha.
- RF03 - O usuário deve ter a opção solicitar a recuperação de senha.
- RF04 - O usuário deve fazer o login com usuário e senha.
- RF05 - O usuário deve iniciar uma nova jornada.
- RF06 - O usuário deve compartilhar seu progresso nas redes sociais *Twitter* e *Facebook*

- RF07 - O usuário deve solicitar ajuda em qualquer momento de sua jornada.
- RF08 - O usuário deve selecionar entre Português, Espanhol e Inglês como idioma que deseja utilizar.
- RF09 - O administrador deve gerar relatório de todos usuários existentes.
- RF10 - O administrador deve gerar relatório de todos usuários existentes e o progresso na aplicação.
- RF11 - O administrador não deve iniciar uma jornada como um usuário.

#### **5.9.2.2 Requisito não funcionais**

- RNF01 - O sistema deve garantir que a aplicação de suporte ao navegador google chrome a partir da versão 70 ou qualquer navegador moderno <sup>16</sup>.
- RNF02 - O tempo de resposta de qualquer componente que o usuário interaja e faça uma requisição ao servidor deve ser:
  - menor ou igual a 1 segundo se a conexão for internet banda larga
  - menor ou igual a 2 segundos se a conexão for 4G
  - menor ou igual a 5 segundos se a conexão for 3G
  - Para conexões menores ou iguais a 2G não há tempo limite determinado
- RNF03 - O sistema será desenvolvido para plataforma desktop e laptops não suportando acesso via celular. Entende-se por plataforma *desktop* e *laptop* dispositivos que possuem uma área de visualização com no mínimo 1024 x 768 pixels.

#### **5.9.3 Tecnologias utilizadas**

A construção da ferramenta Testable utiliza com conjunto de tecnologias web que permitem a interação do usuário com a ferramenta e o armazenamento dos dados em um banco de dados não relacional.

---

<sup>16</sup>Neste trabalho um navegador moderno é considerado com pontuação 69 ou superior no site <https://caniuse.com>

As tecnologias apresentadas nas próximas duas seções são as principais tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da ferramenta, que por sua vez, utilizam outras tecnologias como base, a saber:

- HTML
- CSS
- NodeJs
- Javascript
- Webpack

#### 5.9.3.1 ReactJs

ReactJs<sup>17</sup> é uma biblioteca para desenvolver interface de usuário baseado em componentes, criado pelo Facebook.

Por conta da sua opinião de como a arquitetura dos componentes devem ser, a biblioteca causou estranheza em seu lançamento pois em um único arquivo javascript existe a combinação de código javascript e HTML. Padrão que para o momento de seu lançamento não era algo comum de se utilizar.

AngularJs que é um dos seus concorrentes advoga uma separação de responsabilidades, onde o HTML é um único arquivo de tem a responsabilidade de apresentar o conteúdo e nada mais.

Porém com a adoção da biblioteca ao longo do tempo e o apoio da comunidade open source grandes empresas como Airbnb, Khan Academy, e the New York Times adotaram ReactJs para fazer parte de suas soluções (BANKS; PORCELLO, 2017).

No momento de escrita deste trabalho, ReactJs está entre os dez repositórios mais famosos na categoria estrela do *Github* (*Github* e *Git* são explorados na seção 5.9.3.3) com mais de 116 mil estrelas<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup><https://reactjs.org>

<sup>18</sup><https://github.com/search?q=stars%3E1&s=stars&t=Repositories>

### 5.9.3.2 Firebase

*Firebase* é uma tecnologia que pertence ao Google e possui um leque de serviços para serem usados. *Realtime Database*, *ML Kit*, *Cloud Functions*, Autenticação, Hospedagem são alguns oferecidos dentre os existentes, mas não limitados a estes.

A proposta desta tecnologia é facilitar o desenvolvedor e tornar a implementação de funcionalidades comuns entre *softwares*. Como por exemplo login com redes sociais, autorização de usuários e armazenamento de dados. A ferramenta Testable utiliza dois serviços, o Realtime Database (banco de dados em tempo real), para armazenar os dados que são inseridos na ferramenta e login com redes sociais.

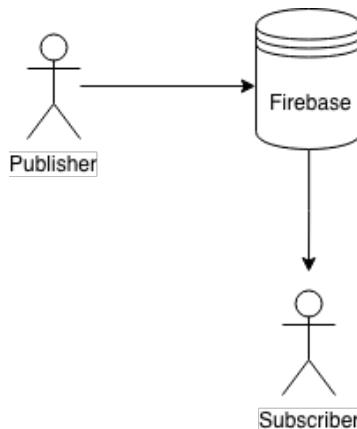


Figura 22: Imagem ilustrativa de como o serviço de banco de dados em tempo real funciona. Fonte: Elaborada pelo autor.

Para dar suporte aos desenvolvedores o *Firebase* possuí diversas bibliotecas para fazer a conexão com o seu banco de dados em tempo real, a lista a seguir ilustra as tecnologias suportadas:

- Android
- iOS
- Web (Javascript)
- C++
- Unity

Um ponto positivo de se utilizar o banco de dados em tempo real do *Firebase* é a não necessidade de se criar um back-end específico, que necessita de um servidor web, um banco de dados, e uma linguagem de programação para armazenar os dados dos usuários. Para cada item da lista apresentada o *Firebase* disponibiliza uma biblioteca para fazer esse papel.

#### 5.9.3.3 Git

Git, é uma ferramenta de versionamento de código fonte, mas não limitado a este, Git pode armazenar diferentes tipos de arquivos de texto, executáveis e imagens. Git é frequentemente confundido com a plataforma *Github*, que faz parte do conjunto de empresas pertencentes a Microsoft <sup>19</sup>. Porém *Github* é uma plataforma online que utiliza Git como seu sistema de versionamento e além disso fornece um ambiente para desenvolvedores compartilhar e construir projetos de código aberto.

*Github* possui ferramentas que ajudam desenvolvedores a colaborarem no desenvolvimento de *software*. Nesse sentido, a ferramenta Testable utiliza a plataforma *GitHub* para armazenar o código fonte, permitindo a colaboração e também a quem quiser ter acesso ao código fonte <sup>20</sup>.

#### 5.9.3.4 Ferramentas

Além das tecnologias específicas relacionadas com o desenvolvimento do código, outras ferramentas relacionadas com o ciclo de desenvolvimento em geral foram utilizadas.

- *Trello*<sup>21</sup> - Oferece um fluxo de Kanban para acompanhamento de tarefas
- *Figma*<sup>22</sup> - Ferramenta online para criação de wireframes
- *Dropbox*<sup>23</sup> / *Google drive*<sup>24</sup> - Utilizados para compartilhar assets e documentos pro-

---

<sup>19</sup><https://news.microsoft.com/2018/06/04/microsoft-to-acquire-github-for-7-5-billion/>

<sup>20</sup>Testable código fonte: <https://github.com/marabesi/testable>

<sup>21</sup><http://trello.com>

<sup>22</sup><https://www.figma.com>

<sup>23</sup><https://dropbox.com>

<sup>24</sup><https://drive.google.com>

duzidos que não sejam o código fonte

## 5.10 Desenvolvimento

O desenvolvimento da ferramenta iniciou-se com pequenas tarefas de criação de ambiente de *deploy* e o projeto base com as tecnologias mencionadas na seção 5.9.3. Logo em seguida pequenas tarefas foram criadas e utilizadas assim e acompanhando sua evolução na aplicação de *kanban Trello*.

O desenvolvimento da ferramenta foi realizado de maneira open source, todo o código fonte está disponível através do *Github* com todo o histórico de mudança de código. No total foram efetuados 619 mudanças de código (*commits*) neste repositório no período de junho de 2018 até Novembro de 2019<sup>25</sup>, as tecnologias presentes no repositório são: Javascript, HTML, CSS e Shell script (Figura 23).

Tech stack (in bytes - 333138)

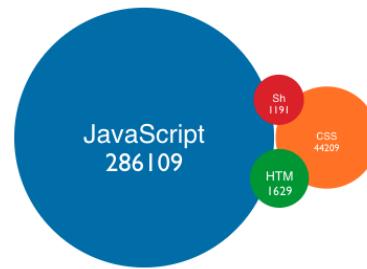


Figura 23: Tecnologias presentes no repositório da ferramenta gamificada. Fonte: Elaborada pelo autor.

Utilizando a ferramenta *Github stats dashboard*<sup>26</sup> é possível analisar as mudanças realizadas no repositório durante o desenvolvimento da ferramenta dia a dia, semana a semana, mês a mês e ano por ano. O ano que possui o maior número de mudanças no repositório é 2019 totalizando 613 mudanças contra apenas 6 em 2018.

<sup>25</sup>Todos as mudanças efetuadas e histórico podem ser conferidos em <https://github.com/marabesi/testable>

<sup>26</sup><https://marabesi.github.io/github-stats-dashboard> essa aplicação foi especialmente desenvolvida para fazer visualizações de repositórios no github, no momento da escrita deste trabalho as visualizações disponíveis são: gráfico de barras, nuvem de palavras e gráfico de bolhas.

Os dados apresentados nessa seção estão relacionados com o momento da escrita deste trabalho, caso mudanças futuras sejam realizadas no repositório da ferramenta gamificada os números apresentados sofrerão mudanças.

### 5.10.1 Interface do usuário

Os conjuntos de elementos da interface da ferramenta Testable foram criados a partir da experiência gamificada explorada na seção 5.4 e também na seção 5.9 onde a arquitetura e requisitos são explorados. Esta seção apresenta o resultado final que combina essas seções reunidos como uma única experiência que o usuário interage.

A Figura 24 apresenta a primeira parte da interface que o usuário tem contato ao acessar a ferramenta. As opções de login exibidas foram definidos na seção 5.9.2.1.

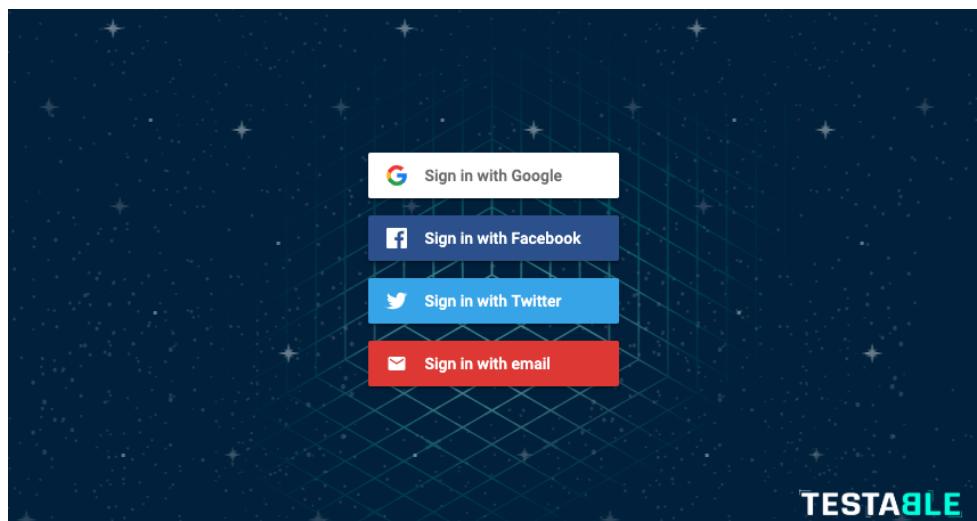


Figura 24: Login. Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo após o login do usuário, uma breve introdução da história é apresentada ao usuário como demonstra a Figura 25. A história apresentada é definida na seção 5.3 deste trabalho.

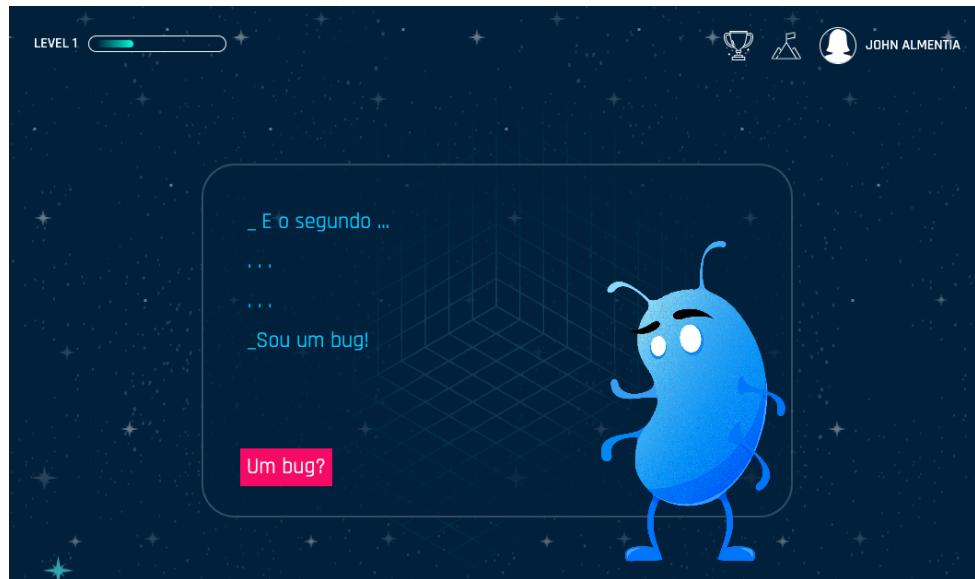


Figura 25: Introdução. Fonte: Elaborada pelo autor.

Uma vez completa a introdução o usuário é redirecionado para o tutorial (Figura 27), o objetivo do tutorial é familiarizar o usuário com a execução do código e o sistema de *feedback* que a ferramenta possui.

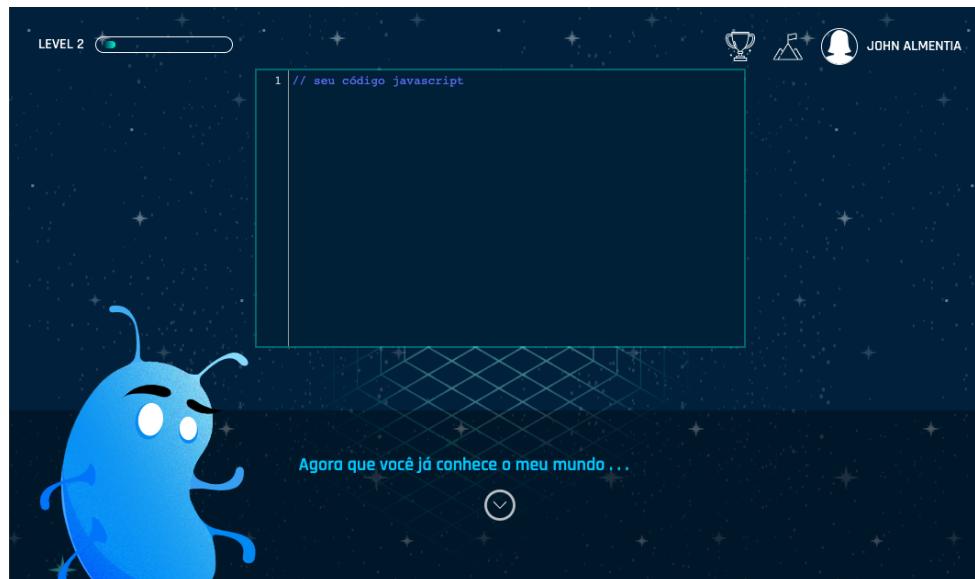


Figura 26: Tutorial. Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 27 apresenta a transição do tutorial para a primeira parte de teste unitário, a figura ilustra a fala do personagem Alien.



Figura 27: Transição do tutorial para a introdução ao teste unitário. Fonte: Elaborada pelo autor.

Passado a fase de transição, é apresentada a parte de teste unitário para o usuário (Figura 28). Neste seção o usuário se depara com dois editores ao invés de apenas um como no tutorial. No editor do lado esquerdo possui o código fonte e o editor do lado direito possui o código de teste, como descrito nas seções e 5.6.

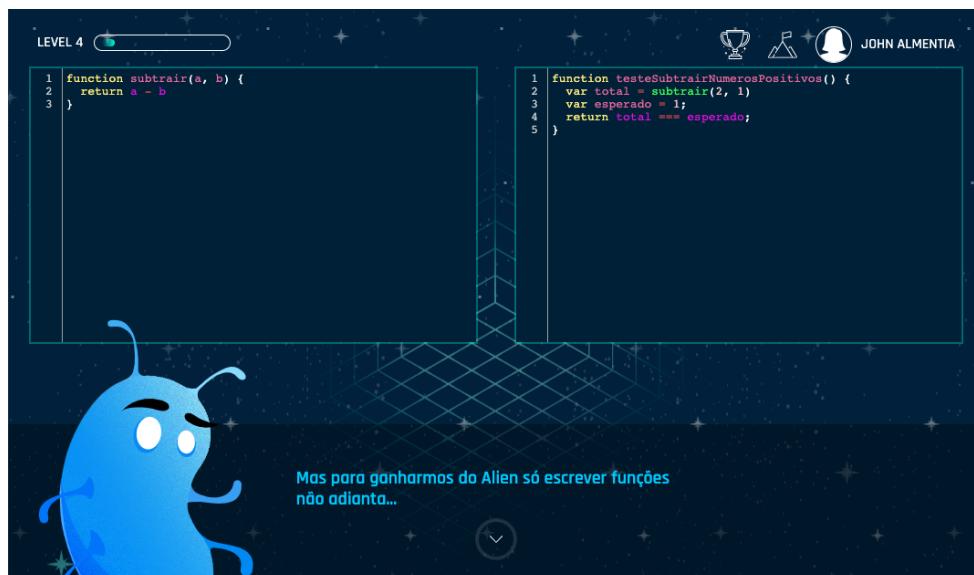


Figura 28: Introdução ao teste unitário. Fonte: Elaborada pelo autor.

Finalmente a Figura 29 ilustra a lista de conquistas do usuário, para cada nível completo o usuário adquire uma conquista.

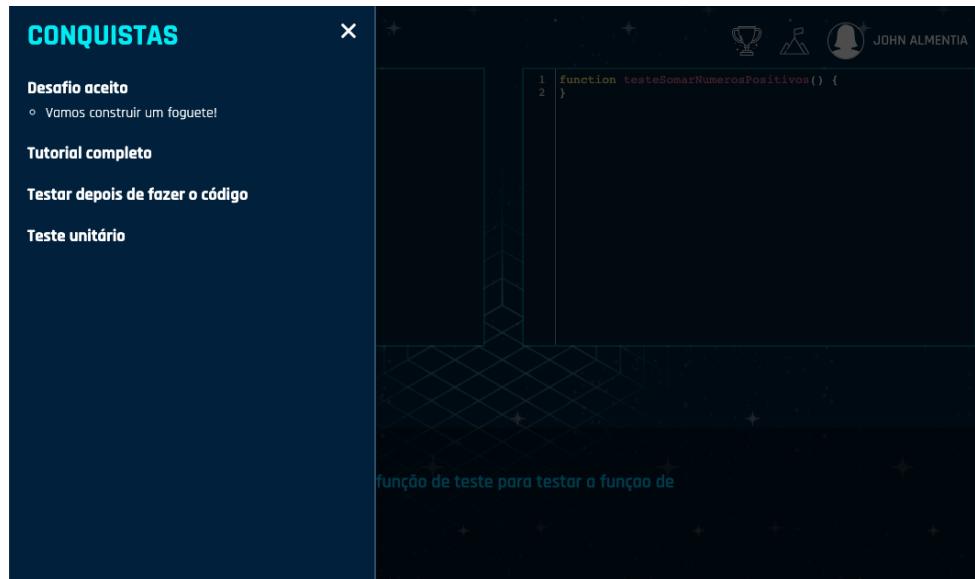


Figura 29: Lista de conquistas adquiridas. Fonte: Elaborada pelo autor.

A interface do usuário apresentada é uma união de todos os elementos previamente idealizados, nas seções de concepção da ferramenta, dando vida ao ambiente gamificado com seus respectivos elementos de jogos.

# **6 APLICAÇÃO**

A aplicação da ferramenta se deu em duas etapas que ocorreram simultaneamente, a primeira sendo exclusivamente endereçada aos alunos da fábrica de *software* do Mackenzie, totalizando 5 alunos. Nessa primeira etapa uma reunião através de video conferência foi realizada para explicar aos alunos qual era o objetivo da pesquisa, o que iriam encontrar durante a experiência e detalhes de como prosseguir para preencher o questionário. Em paralelo a ferramenta foi divulgada nas redes sociais *Facebook* e *LinkedIn* convidando as pessoas a participarem da pesquisa.

Nesse sentido, esse capítulo é dedicado a exploração da aplicação da ferramenta proposta pelo trabalho assim como o processo de pré aplicação descrito como processo de ética (seção 6.1), explora os dados que são automaticamente coletados pela aplicação (seção 6.2.1), o questionário aplicado aos participantes do experimento (seção 6.2.2) e a avaliação dos resultados (seção 6.3).

## **6.1 Comitê de ética**

A aplicação da ferramenta Testable envolve seres humanos e para seguir com a pesquisa um processo foi necessário envolvendo o comitê de ética da universidade. O projeto foi submetido na plataforma Brasil para sua avaliação e permissão de prosseguir com a coleta de dados envolvendo seres humanos, todos os passos seguidos são descritos no próprio site da universidade<sup>27</sup>. Documentos extras utilizados como TLCE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - anexo 8.4 para os usuários participantes e 8.5 para as universidades participantes), folha de rosto (anexo 8.6) e carta de encaminhamento (anexo 8.7) estão presentes no capítulo de anexos para serem consultados.

Seguindo com os processos necessários para a realização da pesquisa, as seções 6.1.1 e 6.1.2 apresentam os critérios de inclusão e exclusão, e finalmente a seção 6.1.3 apresenta os riscos e benefícios da pesquisa. Os dados informados nas seções apresentadas aqui, foram replicados na plataforma Brasil para a análise do comitê de ética. O projeto

---

<sup>27</sup><https://mackenzie.br/universidade/pro-reitorias/pesquisa-e-pos-graduacao/coordenadoria-de-pesquisa/comites-de-etica-em-pesquisa/humanos>

pode ser conferido sobre o CAAE<sup>28</sup> 19725019.5.0000.0084 o documento de aprovação da plataforma Brasil pode ser conferido no anexo 8.8.

### **6.1.1 Critérios de inclusão**

- Alunos de graduação que possuem teste no currículo acadêmico.
- Estudantes que possuem conhecimento de programação estruturada e orientada a objetos.
- Pessoas interessadas em teste unitário ou TDD que possuam conhecimentos de programação.

### **6.1.2 Critérios de exclusão**

Pessoas que não possuam conhecimentos prévios de programação ou pessoas que não possuam acesso a internet.

### **6.1.3 Riscos e benefícios**

Como a ferramenta Testable é uma aplicação web, a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que o usuário corre é semelhante àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas. Por outro lado, o conhecimento sobre a ferramenta e o complemento ao método padrão de ensino de teste unitário com um ambiente gamificado digital é um benefício direto que a ferramenta traz. E indiretamente a ferramenta é disponibilizada online<sup>29</sup>, e código fonte é aberto<sup>30</sup> para livre utilização e modificação seguindo a licença MIT<sup>31</sup>.

---

<sup>28</sup>CAEE é um número de protocolo gerado na submissão do projeto para a plataforma.

<sup>29</sup><http://app-testable.herokuapp.com>

<sup>30</sup><https://github.com/marabesi/testable>

<sup>31</sup>O texto da licença MIT pode ser acessado em: <https://opensource.org/licenses/MIT>

## 6.2 Coleta de dados

Para avaliar e entender o comportamento do usuário (ATTERER; WNUK; SCH-MIDT, 2006) e, se a ferramenta é eficaz ou não, é necessário um sistema para coletar dados, nesta seção do trabalho será discutido a coleta de dados automática baseado nas ações do usuário. Os dados coletados estão diretamente ligados com o comportamento do usuário, essa coleta de dados tem como objetivo entender quais são os passos que o usuário está realizando para completar uma determinada ação na ferramenta.

### 6.2.1 Dados da aplicação

Para a coleta de dados automática da aplicação aconteça, a ferramenta rastreia quatro eventos principais disparados pela ação do usuário: ao clicar, quando qualquer clique na interface é feito pelo usuário, ao alterar, quando qualquer código é alterado e ao carregar um página ou concluir qualquer seção. Esses eventos são disparados pelo navegador e a ferramenta intercepta-os e grava esses eventos no *Firebase* 5.9.3.2 para análise posterior.

Porém para que o evento de clicar seja capturado e registrado, uma das seguintes condições deve ser satisfeita: O componente dever ser o nível do usuário, o menu do usuário (onde o usuário pode acessar o menu de opções e o logout) e, finalmente, o guia do usuário (Uma representação visual de todos esses components está presente na seção 5.10.1).

O evento de mudança é capturado sempre que o usuário altera o código, seja código fonte ou código de teste. Finalmente, os eventos de iniciar ou concluir uma seção são disparados automaticamente pela ferramenta, sempre que um usuário inicia ou termina uma seção. Todo evento é rastreado com uma marca de data e hora, restrito por seção e usuário, conforme a Tabela 9.

Tópico	Descrição
Ação	Descreve a ação que está sendo rastreada, no carregamento, no final, no clique ou na alteração.
Seção	Descreve a seção em que o sistema de rastreamento está rastreando o evento. Valores permitidos estão disponíveis na seção 8.9 dos anexos.
<i>Timestamp</i>	O momento em que o evento aconteceu. Para evitar problemas de fuso horário, o formato <i>timestamp</i> é usado.

Tabela 9: Descrição detalhada das informações automaticamente coletada pela ferramenta

Esse sistema de rastreamento permite entender como o usuário se comportando enquanto utiliza a ferramenta. Os dados e a interpretação coletados serão cruciais para avaliar se a ferramenta é eficaz ou não. Perguntas como: Por quanto tempo o usuário permaneceu na seção do tutorial? Seção de teste unitário?, o usuário está indo diretamente para a próxima seção ou está explorando a interface?.

Para rastrear informações mais amplas que não estão diretamente relacionadas à ferramenta gamificada, *Google Analytics*<sup>32</sup> foi utilizado. Por meio do *Google Analytics*, é possível rastrear informações como qual navegador o usuário está usando, qual sistema operacional e até o provedor de internet. Uma extensa lista do que é possível rastrear com o *Google Analytics* é descrita por (CLIFTON, 2010).

### 6.2.2 Questionário

A coleta automática permite a análise do comportamento que o usuário possui utilizando a ferramenta, porém algumas questões em específico não são possíveis de obter uma resposta em concreto, como por exemplo questões ligadas com o engajamento. Nesse sentido um questionário foi elaborado para que o usuário responda após o seu contato com a ferramenta gamificada. O questionário é de livre acesso e um botão de fácil acesso foi disponibilizado dentro da própria ferramenta gamificada.

---

<sup>32</sup><https://analytics.google.com>

Baseado no trabalho de (MOREIRA; COUTINHO, 2013) e seguindo a escala de *Likert* um questionário foi elaborado totalizando 22 questões divididas em quatro categorias, a saber: Sobre você, Motivação, Experiência do usuário e *Performance*.

A categoria “sobre você” possui um total de 3 perguntas com o objetivo de entender o contexto em que o usuário se encontra, as perguntas estão direcionadas ao assunto teste de *software*, a categoria motivação possui um total de 12 perguntas e, por tanto, é a categoria com o maior número de perguntas. Essa categoria está direcionada a motivação entre o aluno e a ferramenta.

A categoria “Experiência do usuário” possui perguntas direcionadas a experiência que o usuário teve com a ferramenta, como por exemplo a percepção do passar de horas e preocupações do dia-a-dia. Finalmente a categoria “*Performance*” possui questões sobre o rendimento da ferramenta no computador utilizado pelo usuário.

As perguntas elaboradas para cada categoria podem ser encontradas no Anexo 8.2. A plataforma utilizada para elaborar o questionário foi a JotForm<sup>33</sup>, pois com ela é possível fazer a integração de dados entre a ferramenta gamificada e o questionário apresentado ao usuário. Isso possibilita a exploração de dados em um nível maior de detalhes, como por exemplo, relacionar o nível, o progresso e quais ações o usuário efetuou com as respostas fornecidas no questionário.

### **6.3 Avaliação dos resultados**

Esta seção do trabalho explora os dados obtidos de modo automáticos coletados pela ferramenta e através do questionário apresentado aos usuários.

### **6.4 Dados coletados automaticamente**

Durante o período aberto de testes<sup>34</sup> da ferramenta, ocorreu um total de 456 visitas não únicas geradas por 300 usuários. O começo do período e o final, possuem o maior

---

<sup>33</sup><https://www.jotform.me>

<sup>34</sup>Período aberto refere-se ao período oficial em que a ferramenta foi utilizada para coletar dados, a priori a ferramenta também foi utilizada restritamente por pessoas com o propósito de testar suas funcionalidades e encontrar defeitos.

número de visitas como a Figura 30 ilustra. Porém desse total de visitantes apenas 38 respostas de questionário foram coletadas (dados relacionados ao questionário são explorados na seção 6.5).

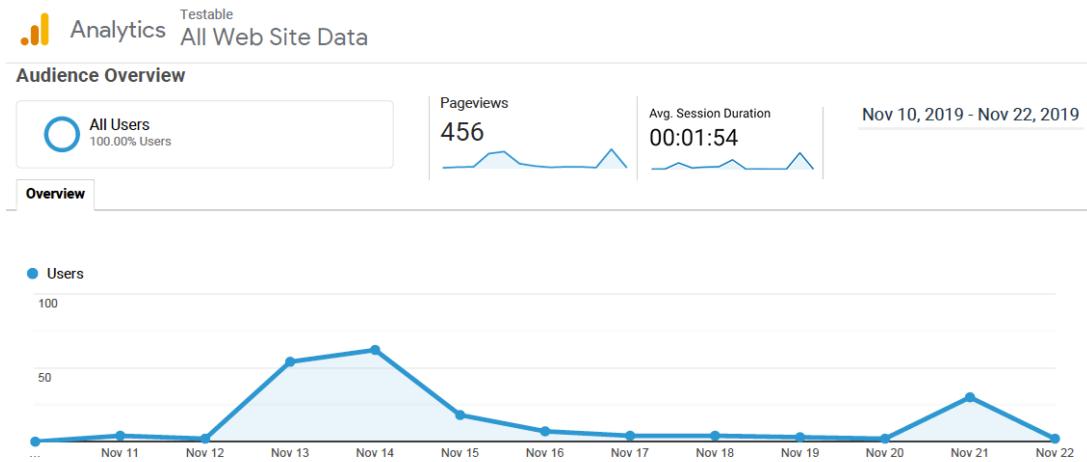


Figura 30: Número de visitantes durante o período oficial de testes. Fonte: Google analytics.

O tempo médio de cada sessão foi de um minuto e cinquenta e quatro minutos. Desses visitantes a maioria possuem o português do brasil como primeiro idioma (Figura 31), outros visitantes possuem o Inglês, tanto britânico como americano.

Language	Users	% Users
1. pt-br	124	80.00%
2. en-us	27	17.42%
3. pt-pt	3	1.94%
4. en-gb	1	0.65%

Figura 31: Língua nativa dos usuários visitantes. Fonte: Google analytics.

Tal resultado pode ser o da divulgação da ferramenta nas redes sociais, já que a rede de contato onde o conteúdo foi divulgado possui pessoas de diversas nacionalidades e países. Uma outra hipótese, se ampara ao *GitHub*, que possui o código fonte da ferramenta hospedado.

Embora a aplicação não dê suporte a telas de celulares (Como definido na seção 5.9.2.2), a Figura 32 demonstra que alguns usuários efetuaram o acesso através do mesmo. Uma das hipóteses pode, mas uma vez, ser a influência das redes sociais utilizadas para a divulgar a ferramenta. Além disso nos últimos anos o crescimento de acesso via dispo-

sitivos móveis, vem crescendo sendo a primeira opção para navegar na internet.

Device Category	Acquisition	
	Users	New Users
	153 % of Total: 100.00% (153)	148 % of Total: 100.68% (147)
1. desktop	80 (52.29%)	75 (50.68%)
2. mobile	73 (47.71%)	73 (49.32%)

Figura 32: Acesso de usuários através de dispositivos móveis e desktop. Fonte: Google analytics.

O tempo de carregamento da ferramenta durante o período de testes se manteve estável exceto pelo dia 14 de Novembro que houve uma anomalia que afetou o tempo de carregamento da página. Dentre as possíveis causas dessa anomalia, uma que vale ressaltar é a utilização de um servidor gratuito<sup>35</sup> para realizar a hospedagem da ferramenta. Essa métrica leva em consideração o carregamento de página de todos os tipos de conexões e dispositivos levando ao resultado de 1.52 segundos em média.

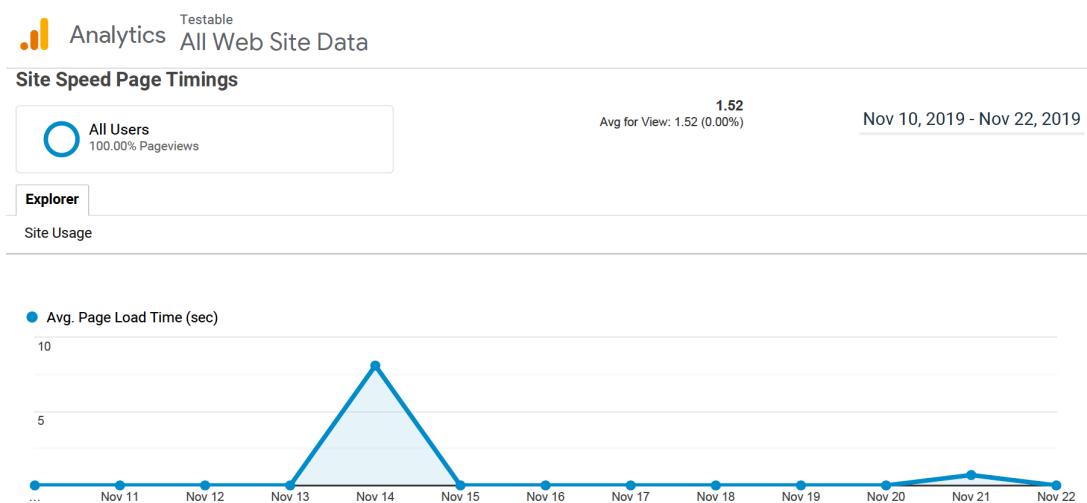


Figura 33: Tempo de carregamento da ferramenta gamificada. Fonte: Google analytics.

Exceto pela anomalia ressaltada anteriormente, a ferramenta respondeu dentro do tempo estipulado na seção 5.9.2.2, ressaltando que, esse resultado se aplica a esse conjunto de usuário dentro do período de testes oficial da ferramenta.

<sup>35</sup><https://heroku.com>

Por outro lado, os dados coletados pela interação direta do usuário com a ferramenta revelam alguns comportamentos interessantes, como por exemplo a tentativa de interação com as imagens dos personagens através de cliques. O que pode indicar uma possível melhora futura nesse aspecto. Esse tipo de “exploração” é comumente utilizada em jogos digitais, autores de jogos escondem prêmios aleatórios para recompensar essa sede de exploração do universo do jogo, o que por sua vez, aumenta o engajamento dos jogadores.

## 6.5 Dados coletados via questionário

### 6.5.1 Sobre você

O primeiro conjunto de resultados obtidos são relacionados a categoria “Sobre você”, os resultados obtidos relacionados a essa categoria apontam que os usuário que participaram da pesquisa são estudantes ou profissionais (Figura 34). “Concordo totalmente” totaliza 22 respostas e “Concordo” totaliza 7 do total de respostas, indicando que esses usuários são estudantes de graduação, por outro lado “Discordo totalmente” totaliza 5 respostas e “Discordo” totaliza 2 respostas, indicando que os usuários que utilizaram a ferramenta não estão cursando uma graduação. Finalmente “Neutro” recebeu apenas 2 respostas.

1. Você está cursando uma graduação?

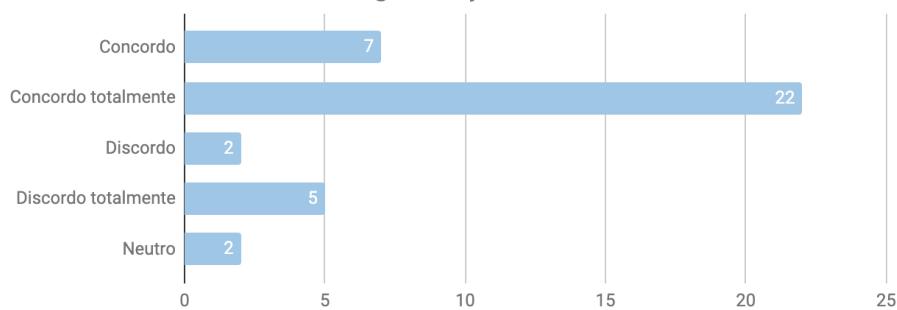


Figura 34: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 1. Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida para aqueles que estão cursando uma graduação, foram perguntados se tiveram algum contato com a matéria de teste de *software*, dos quais 14 responderam “Concordo” e 11 responderam “Concordo totalmente”.

## 2. Se sim, na graduação você teve contato com teste de software?

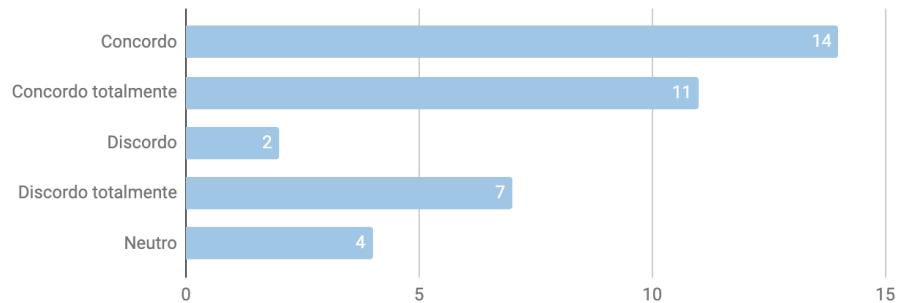


Figura 35: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 2. Fonte: Elaborada pelo autor.

A questão de número 3 focou no lado profissional do usuário, quando perguntados se trabalham com desenvolvimento de *software*, 8 responderam “Concordo totalmente” e 5 responderam “Concordam”. Por outro lado a maioria das respostas estão entre “Discordo” e “Discordo totalmente”, totalizando 19. Reforçando que a maioria dos respondentes estão entre o público alvo desejado (seção 1.2.2).

## 3. Você trabalha com desenvolvimento de software?

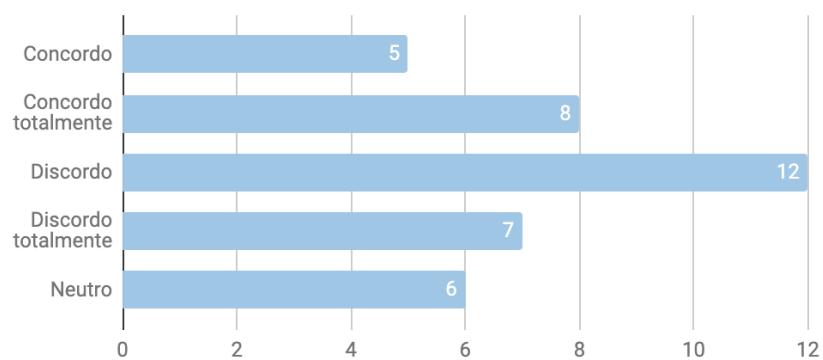


Figura 36: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 3. Fonte: Elaborada pelo autor.

Finalmente as últimas duas questões perguntam sobre o relacionado do usuário com teste unitário (Figura 37) e com TDD (Figura 38). Ambos assuntos não eram novos para a maioria dos usuário, teste unitário teve o maior número de respostas positivas, totalizando entre “Concordo” e “Concordo totalmente” 18 respostas. Porém a parcela de usuários que responderam “Neutro”, “Discordo” e “Discordo totalmente” totalizam 20, ultrapassando assim as respostas positivas sobre esta questão. O que pode indicar que os

usuários não possuem uma clareza sobre teste unitário.

#### 4. Eu já possuía conhecimento sobre teste unitário.

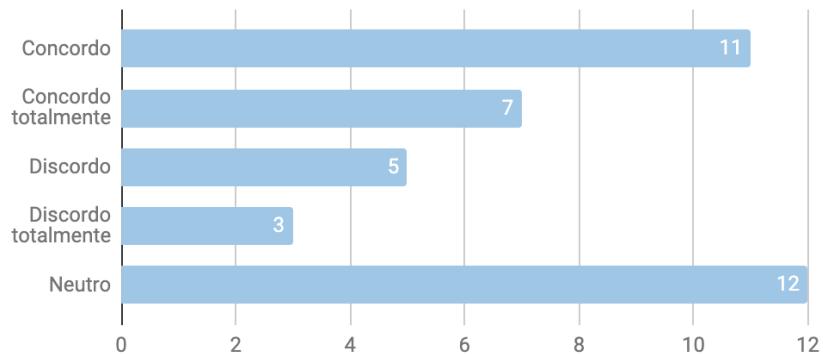


Figura 37: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 4. Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação a TDD os dados obtidos apontam que é um assunto menos conhecido entre os usuários. “Neutro”, “Discordo” e “Discordo totalmente” totalizam 27 respostas, por outro lado, os usuários que responderam “Concordo” e “Concordo totalmente” totalizam 11 respostas. Um indicativo de que os usuários não estão confortáveis com TDD é o número de respostas neutras obtidas, isso aponta para que embora os usuários tenham um certo conhecimento sobre teste de *software* (35), TDD não é um assunto de dominado pela maioria dos participantes.

#### 5. Eu já possuía conhecimento sobre TDD (Test Driven Development).

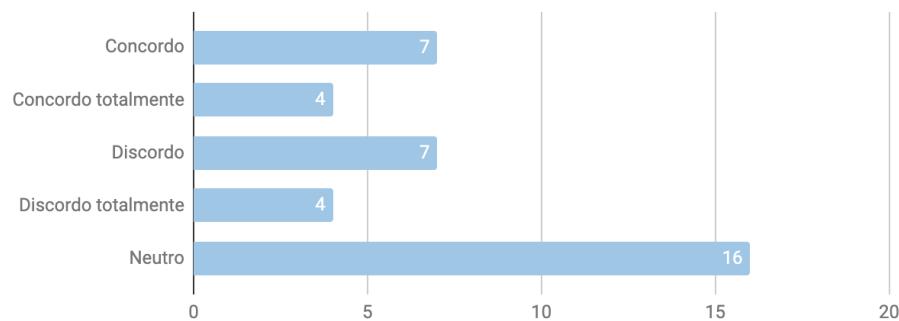


Figura 38: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 5. Fonte: Elaborada pelo autor.

Tal resultado aponta que embora o teste unitário seja um assunto conhecido de certa maneira (ainda que de forma nebulosa), TDD ultrapassa essa marca, TDD para os usuário

que participaram da pesquisa é um assunto que é mais nebuloso que o teste unitário.

### 6.5.2 Motivação

As questões relacionadas a motivação são as que possuem o maior número de questões (Figura 39). As questões listadas nesta seção focam na motivação que o usuário possui durante a experiência gamificada. A primeira pergunta está relacionada com o esforço pessoal executado durante a experiência, entre “Concordo” e “Concordo totalmente” totalizaram 28 respostas, apontando que a maioria dos usuários concordam que é por seu esforço que avançam na ferramenta. “Neutro” totaliza 6 respostas, “Discordo” e “Discordo totalmente” totalizam 4 respostas. De alguma forma esses usuários não sentiram que é pelo seu próprio esforço que avançam nos desafios propostos, este ponto é um ponto importante para ser investigado futuramente, já que os desafios propostos são exclusivamente dependentes do esforço do usuário.

6. É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar na ferramenta gamificada.

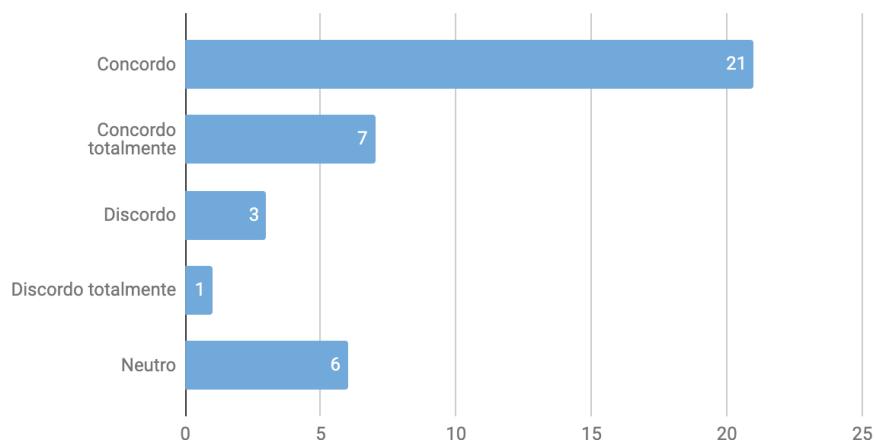


Figura 39: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 6. Fonte: Elaborada pelo autor.

Perguntados sobre a chance de utilizar o conteúdo apresentado na prática a maioria dos usuários responderam de forma positiva, “Concordo” e “Concordo totalmente” totalizam 32 respostas, sinalizando que o conteúdo será útil de alguma forma. A questão de número 7 (Figura 40) foi a primeira a apresentar a ausência da opção “Discordo totalmente”, “Discordo” obteve uma resposta e “Neutro” totaliza 5 respostas.

7. Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que a...

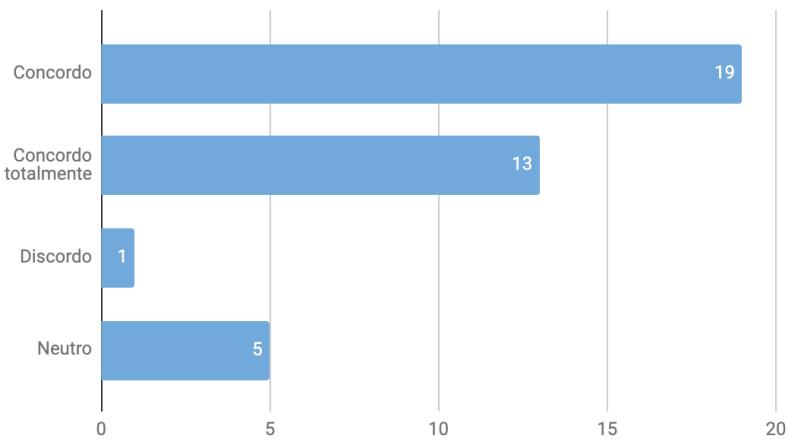


Figura 40: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 7. Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação a aprendizagem (Figura 41), “Concordo” e “Concordo totalmente” obtiveram um total de 28 respostas, quando perguntados se conforme passavam pelos desafios propostos sentiam que estavam aprendendo. Por outro lado “Neutro” obteve 7 respostas e “Discordo” obteve 3 respostas.

8. Ao passar pelas etapas da ferramenta senti confiança que estava aprendendo.

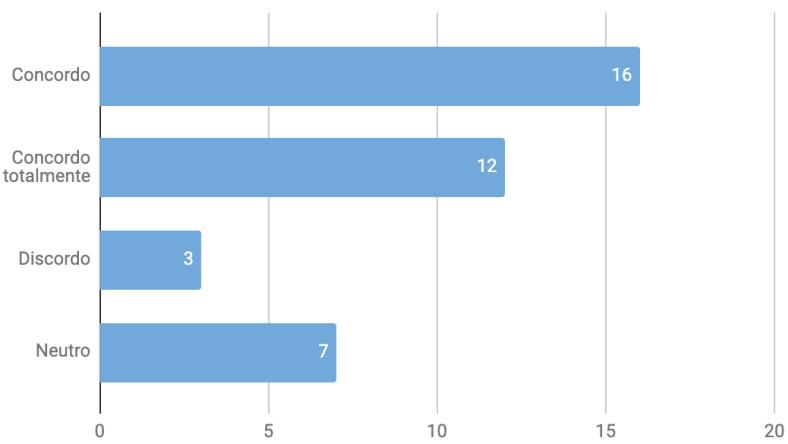


Figura 41: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 8. Fonte: Elaborada pelo autor.

Um dos pontos cruciais para ferramentas gamificadas é a sua curva de aprendizagem,

que deve ser a menor possível e ao mesmo tempo dando instruções para o usuário de como ela funciona. Perguntados se a ferramenta gamificada foi de fácil entendimento (Figura 42), “Concordo” e “Concordo totalmente” totalizaram 29 respostas, seguidos por “Discordo” totalizando 5 respostas e “Neutro” totalizando 4 respostas.

**9. Foi fácil de entender a ferramenta e começar a utilizá-la.**

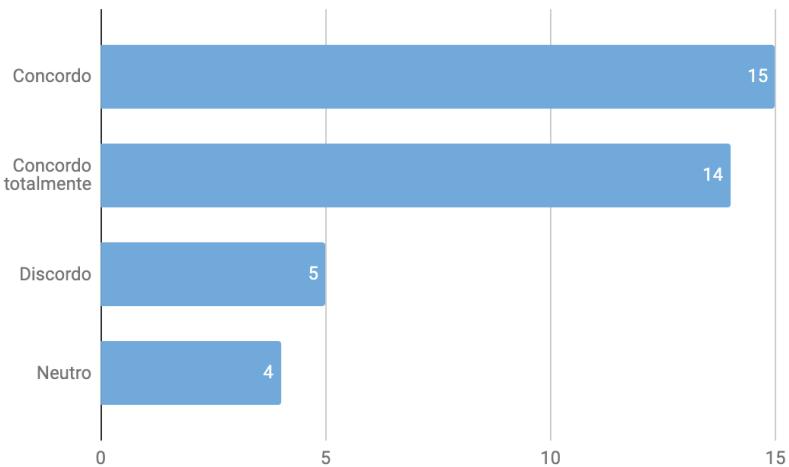


Figura 42: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 9. Fonte: Elaborada pelo autor.

Conhecimentos que o usuário já possua que estejam conectados a ferramenta gamificada é um ponto positivo, já que a chance de conseguir somar a este conhecimento prévio é maior. Perguntados sobre se o conteúdo apresentado na ferramenta estava conectado com conhecimentos prévios (Figura 43), “Concordo” obteve 22 respostas, “Concordo totalmente” obteve 13 respostas e “Neutro” obteve 3 respostas. “Discordo” e “Discordo totalmente” não obtiveram nenhuma resposta.

**10. O conteúdo da ferramenta está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.**

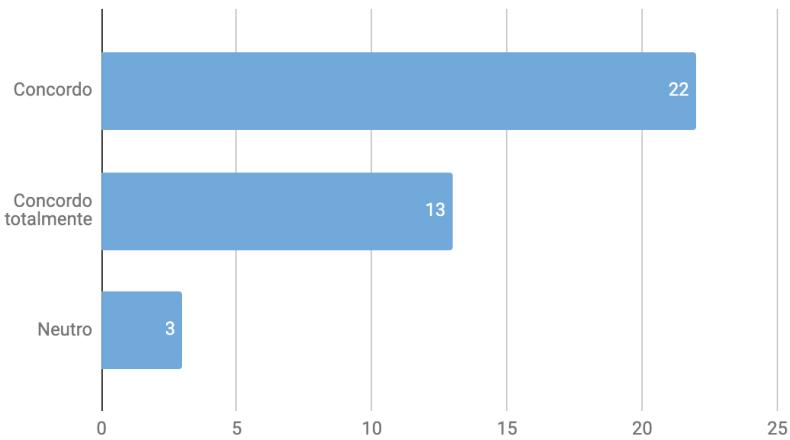


Figura 43: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 10. Fonte: Elaborada pelo autor.

Seguindo a parte de aprendizagem da ferramenta, perguntados se o funcionamento da ferramenta gamificada está adequado para o aprendizado (Figura 44), “Concordo” e “Concordo totalmente” juntos, obtiveram 32 respostas. Apesar da maioria dos respondentes possuirem uma resposta positiva, “Discordo” e “Discordo totalmente” totalizam 5 respostas.

**11. Você considera que o funcionamento da ferramenta está adequado para o aprendizado.**

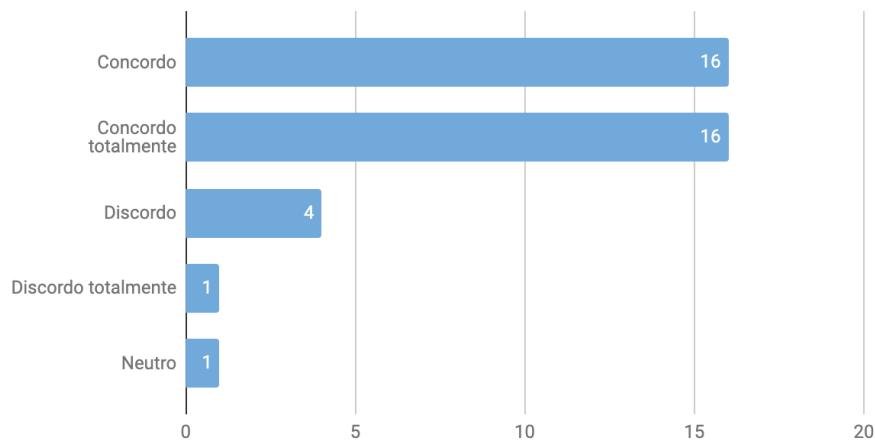


Figura 44: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 11. Fonte: Elaborada pelo autor.

Além dos respostas positivas em relação a aprendizagem, vale ressaltar que alguns usuário deixaram comentários positivos em relação a aprendizagem, a saber: “jogo incrível, ajuda muito no aprendizado, espero ver uma versão mais avançada dele, quem dera se todas universidades usassem essa forma como ensino, ajudaria muito” e “Ótimo jogo. Ajudou no meu aprendizado”. Um ponto de destaque dentro dos comentário realizados pelos usuário é a mistura do conceito de jogo, pois a proposta apresenta aqui é uma ferramenta gamificada que utiliza elementos de jogos em um contexto que não é um jogo (assunto que é debatido em maiores detalhes no capítulo 2 deste trabalho). Talvez a mistura de conceitos realizadas pelos usuário seja algo positivo, já que ao fazerem referencia a jogos, a lembrança que se ativa é de algo para entreter e divertir.

Perguntados sobre a relevância da ferramenta para o ensino de teste unitário (Figura 45), “Concordo” e “Concordo totalmente” totalizaram 32 respostas.

**12. Você considerou o conteúdo da ferramenta relevante para o ensino de teste unitário.**

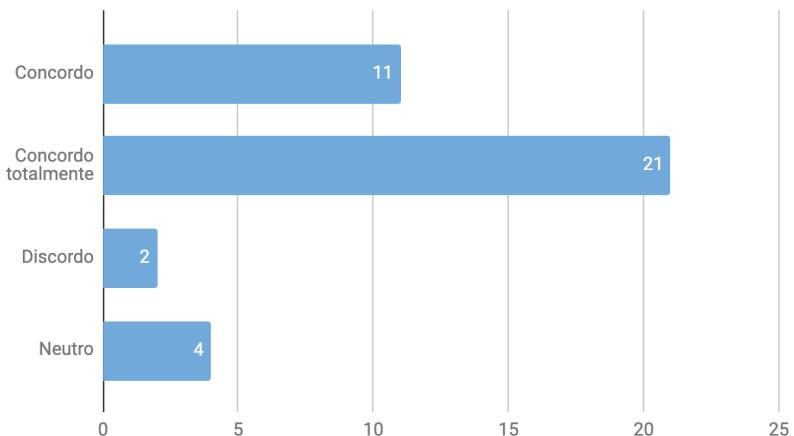


Figura 45: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 12. Fonte: Elaborada pelo autor.

A variedade de conteúdo da ferramenta se mostrou positivamente impactante (Figura 46), totalizando 36 respostas entre “Concordo” e “Concordo totalmente”, 2 usuários discordaram e não houve nenhuma resposta como “Neutro”.

**13. A variação (forma, conteúdo ou atividades) ajudou a me manter atento a ferramenta.**

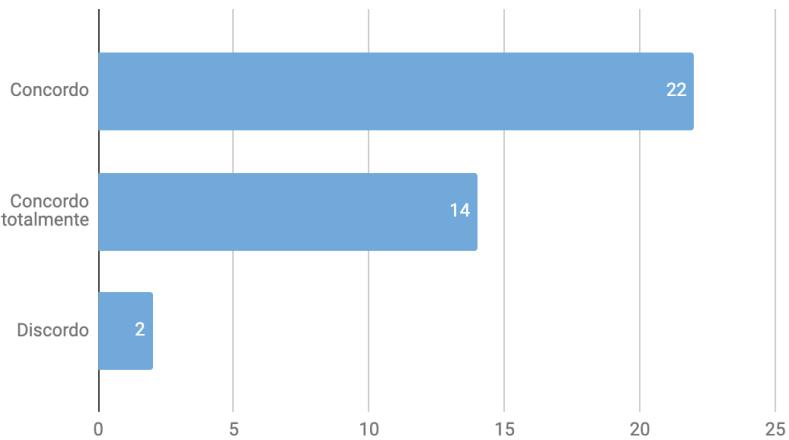


Figura 46: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 13. Fonte: Elaborada pelo autor.

Seguindo a tendência positiva da questão anterior, a maioria dos usuários responderam que alguma coisa chamou a atenção dos usuários. “Concordo” e “Concordo totalmente” obtiveram um total de 32, porém esta questão possui 5 respostas “Neutro” e uma resposta “Discordo”.

**14. Houve algo interessante na ferramenta que capturou minha atenção.**

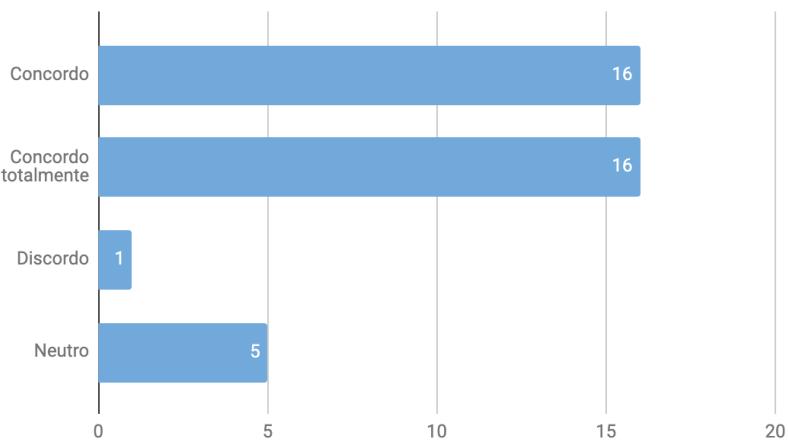


Figura 47: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 14. Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação ao design da ferramenta gamificada, (Figura 48), “Concordo” e “Con-

cordo totalmente” obtiveram um total de 37 respostas, “Neutro” totalizou 1 resposta, “Discordo” e “Discordo totalmente” não obtiveram nenhuma resposta.

### 15. O design do jogo é atraente.

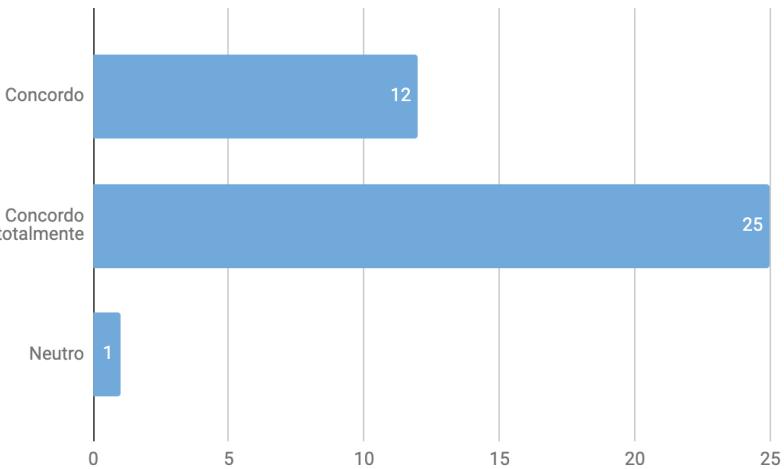


Figura 48: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 15. Fonte: Elaborada pelo autor.

Embora os resultados positivos que a maioria das questões tenham obtido na seção de motivação, existe espaço para melhorias.

#### 6.5.3 Experiência do usuário

As perguntas relacionadas a experiência do usuário estão relacionadas com a interação entre o usuário e a ferramenta, a primeira pergunta relacionada ao tema aponta que o conteúdo foi elaborado de maneira positiva e que além disso fornece obstáculos o suficiente para que a experiência não seja monótona, totalizando 22 respostas “Concordo” e 13 respostas “Concordo totalmente”, ilustradas na Figura 49.

**16. O conteúdo evolui em um ritmo adequado e não fica monótono - Oferece novos obstáculos...**

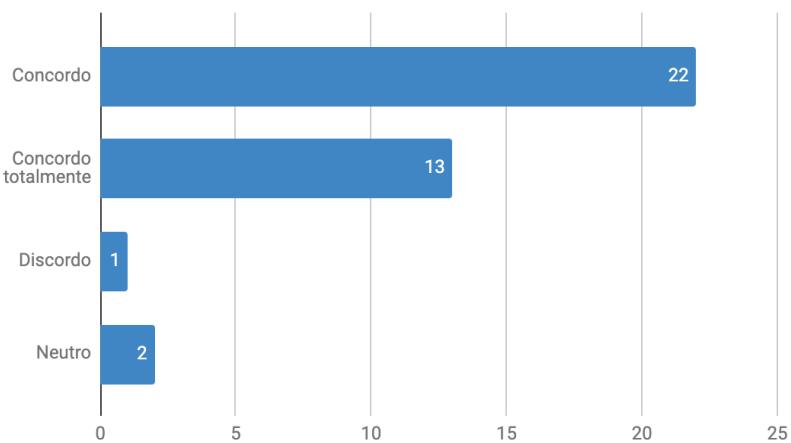


Figura 49: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 16. Fonte: Elaborada pelo autor.

Embora a maioria tenha respondido de forma positiva, para um usuário, a ferramenta não proporciona um conteúdo adequado. E um usuário respondeu como “Neutro” o conteúdo que a ferramenta oferece. A próxima questão, de número 17 (Figura 50), está relacionada ao conteúdo aplicado, porém com um foco na percepção do usuário enquanto utiliza a ferramenta. Totalizando 15 respostas para “Concordo” e 15 para “Concordo totalmente”, a ferramenta fornece uma experiência de imersão para os usuários, levando a estes, a esquecerem do mundo real em que estão. Esse tipo de sentimento é frequentemente relacionado a jogadores de video games, que passam horas jogando.

**17. Me senti mais na ferramenta gamificada do que no mundo real, esquecendo do que estava ...**

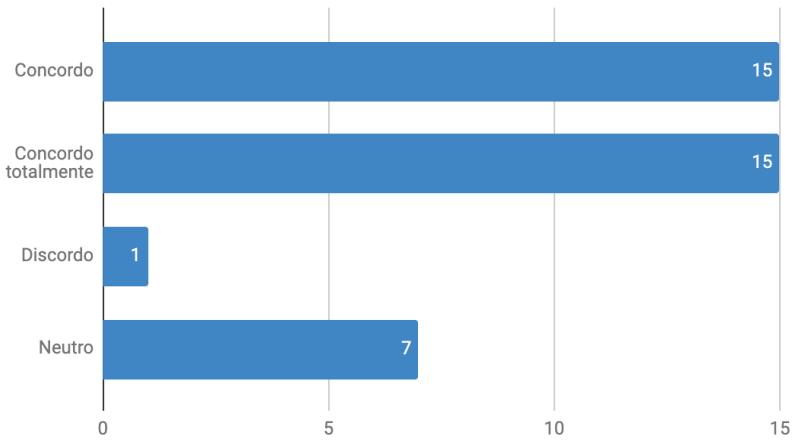


Figura 50: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 17. Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a ferramenta esse tipo de imersão é positivo, pois ao tornar o conteúdo imersivo o engajamento com o conteúdo é também impactado de forma positiva. Por outro lado, 7 usuários responderam “Neutro” a esta mesma pergunta. O que indica que embora o conteúdo seja imersivo para a maioria dos usuários, ainda existe lacunas a serem melhoradas. A pergunta de número 18 (Figura 51) está ligada a imersão do usuário na ferramenta, porém com um foco maior na percepção do tempo em vez do conteúdo fornecido.

**18. Não percebi o tempo passar.**

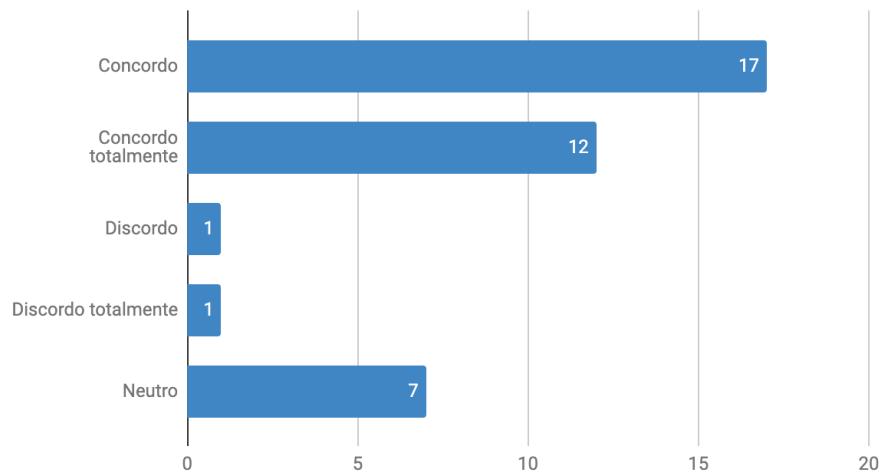


Figura 51: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 18. Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados obtidos apontam que a experiência obtida pelos usuários é positiva, fazendo com que os usuário não percebam o passar do tempo enquanto realizam os desafios propostos. A maioria das respostas ficaram divididas entre “Concordo” com 17 respostas e “Concordo totalmente” com 12 respostas, porém 7 usuários responderam “Neutro”. Um ponto interessante a se notar é que, sete é o mesmo número que a pergunta anterior obteve como “Neutro” também.

Finalmente a última questão desta categoria (questão de número 19, Figura 52), também obteve um resultado positivo, totalizando 15 respostas “Concordo totalmente” e 9 respostas “Concordo”. Ao contrário das perguntas 17 e 18, a pergunta 19 obteve um número maior de respostas neutras, totalizando 12.

#### 19. Temporariamente esqueci das minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concen...

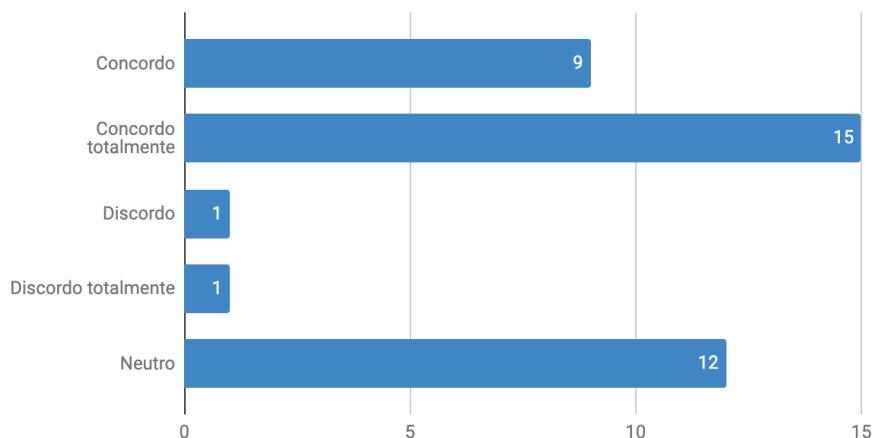


Figura 52: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 19. Fonte: Elaborada pelo autor.

Indicando que o nível de preocupação pode afetar o engajamento e imersão durante a experiência gamificada.

A próxima seção explorará as perguntas relacionadas a *performance* da ferramenta.

#### 6.5.4 Performance

*Performance* focou as questões exclusivamente em dois aspectos, sendo o principal o travamento da ferramenta. Neste ponto, 19 dos usuários que responderam a esta questão

tenham de alguma forma descordado, 11 por outro lado reconheceram que a ferramenta trava durante a execução da ferramenta, como demonstra a Figura 53. Neste ponto vale ressaltar que a ferramenta foi desenvolvida para ser executada no computador do usuário, o que de fato, pode variar a *performance* percebida pelo mesmo.

**20. A ferramenta travava durante a execução das atividades.**

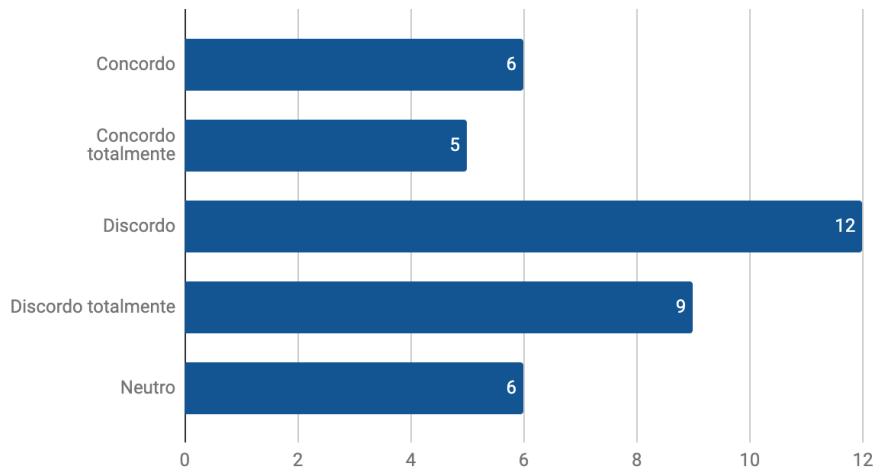


Figura 53: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 20. Fonte: Elaborada pelo autor.

O segundo e último aspecto, está relacionado as animações utilizadas na ferramenta(Figura 54). Animações de modo geral possuem um papel engajador, que se executadas sem nenhum tipo de travamento é percebido pelo usuário como algo positivo. 27 usuários perceberam as animações como algo que não trava ao serem executadas, por outro lado 6 usuário tiveram uma experiência com travamento e outros 4 se mantiveram neutro.

**21. As animações na ferramenta travavam o computador e atrapalhavam o meu progresso.**

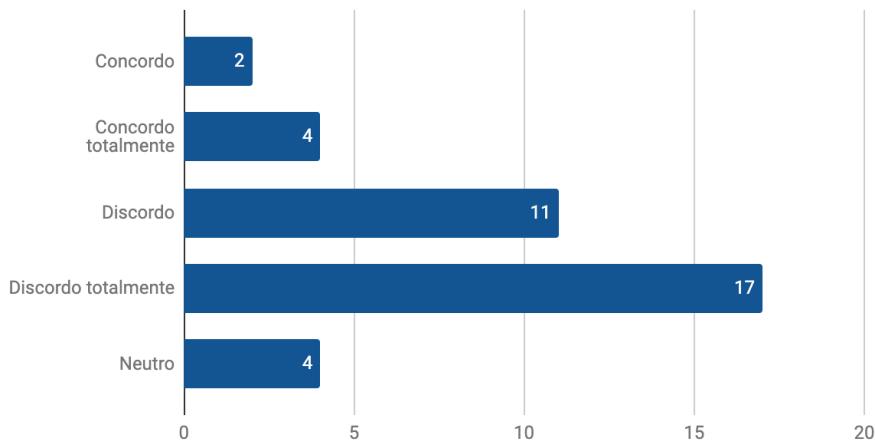


Figura 54: Gráfico de barras com os resultados da questão de número 21. Fonte: Elaborada pelo autor.

Embora os resultados obtidos apontem para uma execução sem travamentos das animações, alguns usuários escolheram a opção neutro. Apesar da opção “Neutro” não trazer informação sobre os problemas apresentados, esse é um ponto que merece atenção, a experiência fornecida deve ser sem travamentos ou qualquer obstáculo que tire a atenção do usuário da imersão da experiência gamificada.

## 6.6 Considerações parciais

Os resultados obtidos automaticamente através da ferramenta apontam para uma ferramenta que teve uma execução razoável e que todos os usuários que desejaram realizar as atividades propostas conseguiram. Além disso os resultados apontam para uma ferramenta que, apesar de estar em sua primeira versão, se mostrou positivamente relevante para o assunto de teste unitário.

A categoria “Sobre você” indica que os usuários que utilizaram a ferramenta são estudantes e que possuem algum contato com a matéria de teste *software*, porém de um modo mais abrangente. Porém quando esses mesmos usuários são indagados sobre teste unitário, uma área nebulosa aparece, embora alguns tiveram contato previamente com teste unitário, outros apresentam um dúvida sobre o assunto e outros preferem se manter neutros, e o mesmo ocorre com TDD.

A motivação e engajamento indica que a ferramenta é imersiva, e que propõe desafios balanceados para o tema proposto. Além de que os usuários da ferramenta sentiram que estavam aprendendo no decorrer da experiência, vale mencionar o destaque sobre o design da experiência gamificada, que obteve o maior número de respostas positivas e apenas uma resposta sendo neutra.

No quesito experiência do usuário, a ferramenta conseguiu gerar um ambiente de imersão aos usuários da pesquisa de tal forma que problemas do dia-a-dia fossem esquecidos, além de não perceberem o tempo passar durante a experiência. E finalmente, para o quesito de *performance* avaliado, a maioria dos usuários da ferramenta relataram que as animações propostas não travam durante sua execução.

Apesar de todos os pontos possuirem uma avaliação positiva, existem lacunas a serem explorados e melhoradas. Como por exemplo o *feedback* durante a execução dos desafios, de acordo com as respostas obtidas relatos foram registrado por não conseguirem avançar na ferramenta por falta de *feedback*.

## 7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Teste de *software* é um tema polêmico seja qual for o tipo de teste, seja teste de caixa branca, caixa preta, integração e até teste unitário que é o teste focado pelo trabalho. Profissionais que trabalham com *software*, seja desenvolvimento ou gestão, possuem um entendimento comum que testar é preciso, e em até certos casos é um sinônimo de qualidade. Porém, o trabalho demonstrou que a fase de teste de *software* não recebe a devida atenção no meio profissional, seja ele seguindo metodologias ágeis com TDD ou uma fase dedicada para o teste como a metodologia de desenvolvimento em cascata.

Por sua vez a revisão bibliográfica realizada mostrou que existe uma lacuna no que se desrespeito ao ensino de teste de *software*, o currículo acadêmico prevê tal disciplina porém deixa a cargo das instituições a distribuição do conteúdo. Que por sua vez, os alunos tendem a possuir a percepção que a tarefa de testar *software* é uma tarefa tediosa e com pouca relevância. Talvez por reflexo dessa distribuição feita pelas universidades do conteúdo, teste unitário e TDD muitas vezes não são abordados. Como um efeito colateral, a falta de atenção sobre teste unitário e TDD pode impactar diretamente novos

estudantes que desejam entrar no mercado de trabalho, ja que vagas de emprego exigem cada vez mais essa habilidade.

Nesse cenário o trabalho apresentado aqui propôs a ferramenta Testable, que visa preencher a lacuna encontrada. Através da gamificação, a ferramenta trás uma alternativa ao ensino tradicional de testes unitários, buscando aumentar o engajamento dos a alunos. O desenvolvimento da ferramenta foi um desafio, pois é uma ferramenta que possuí análise sintática de código e validação do mesmo. A abordagem utilizada foi a forma mais primitiva possível para provar o conceito da ferramenta. A primeira parte da solução proposta foi criar uma AST (*abstract syntax tree*), que possibilita a análise sintática do código através de *tokens*, cada *token* representa uma parte do código fonte. Em seguida a ferramenta executa o código através de casos de testes pré definidos. Porém essa abordagem apresenta algumas lacunas que podem ser melhoradas.

A principal lacuna e a que teve maior impacto nos testes executados com os usuários é a restrição de como o código fonte deve ser escrito, pelo fato da ferramenta gerar uma AST e se basear nos nós gerados faz com que não seja possível dar liberdade ao usuário para escrever o código que a ferramenta espera. Isso ficou evidente quando usuários reportaram estarem travados em determinado trecho da ferramenta mesmo com o código escrito de maneira “correta”.

A estratégia de utilizar as cartas para definir os elementos da ferramenta acelerou a sua concepção elencando quais elementos a ferramenta deveria conter para proporcionar uma experiência engajadora e imersiva para os usuários, e ao mesmo tempo deu liberdade de utilizar-los de tal forma que fosse possível adequar-los na ferramenta, de forma geral o *feedback* recolhido foi positivo.

A aplicação por outro lado, foi uma etapa que requereu uma atenção para sua conclusão. A primeira parte dessa jornada foi o envio deste trabalho ao comitê de ética da universidade para sua aprovação através da plataforma Brasil. Embora seja uma etapa que exigiu um nível de detalhamento da pesquisa em todos os seus aspectos, foi uma fase extremamente valiosa para analisar o trabalho como um todo, trazendo assim reflexões e melhorias durante esse processo.

A coleta de dados por sua vez trouxe um ar de vida e de recompensa ao acompanhar cada usuário que começou sua jornada através da ferramenta. Os dados coletados auto-

maticamente pela plataforma trouxe métricas genéricas de conexão de internet, acessos obtidos, localização dos usuários que ajudaram a compreender como a ferramenta estava se comportando com diferentes usuários e em diferentes computadores. Por outro lado, os dados obtidos por questionário ilustraram uma outra face da ferramenta que focaram no engajamento do usuário e imersão. Os dados obtidos apontam que a ferramenta teve um impacto positivo em: engajamento e conteúdo.

Finalmente algumas partes utilizadas nesta pesquisa necessitam atenção, indicando assim possíveis trabalhos futuros a serem realizados. Acessibilidade é um assunto que não deve ser descartado quando se planeja desenvolvedor uma ferramenta educacional, porém devido as limitações de tempo, não foi possível implementar nenhum tipo de acessibilidade. Levando em consideração que a ferramenta é web, o W3C possui diretrizes de como a acessibilidade deve ser implementada.

A parte sonora da ferramenta também deixou a desejar, já que nenhuma música tema ou efeito sonoro é utilizado durante sua execução, o que torna a experiência menos engajadora. Tópico ressaltado também pelos usuários da ferramenta através da seção de comentários do questionário aplicado. De modo geral algumas características a nível de funcionalidades não foram implementadas pela restrição de tempo, mas que são desejadas, a saber:

- Internacionalização com pelo menos três idiomas: Inglês, Português do Brasil e Espanhol.
- Mecanismo de dinâmico, que permita inserir desafios dinamicamente sem a necessidade de escrever código fonte.
- Dashboard em tempo real para o acompanhar os usuários.

Além disso, características a nível técnico também não foram implementadas, mas que são desejadas, a saber:

- Suporte a dispositivos móveis.
- Remover a progressão do usuário na ferramenta através dos níveis.

Apesar da lista de melhorias e trabalhos futuros apresentadas ser extensa, a ferramenta conseguiu trazer resultados positivos e oferece uma alternativa ao ensino tradicional de teste unitário através da gamificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABT, C. C. *Serious Games*. 1. ed. [S.l.]: Viking Press, 1970.

ADAMS, E.; DORMANS, J. *Game Mechanics: Advanced Game Design*. 1. ed. [S.l.]: New Riders, 2012.

ATTERER, R.; WNUK, M.; SCHMIDT, A. *Knowing the User's Every Move: User Activity Tracking for Website Usability Evaluation and Implicit Interaction*. New York, NY, USA: ACM, 2006. 203–212 p. (WWW '06). ISBN 1-59593-323-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1135777.1135811>>.

BANKS, A.; PORCELLO, E. pdf. *Learning React: Functional Web Development with React and Redux*. 1. ed. [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://shop.oreilly.com/product/0636920049579.do>>.

BARBOSA, W. A. et al. *DEG4Trees: Um Jogo Educacional Digital de Apoio ao Ensino de Estruturas de Dados*. 3. ed. [S.l.]: WEI - XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

BECK, K. *TDD - Desenvolvimento Guiado Por Testes*. 1. ed. [S.l.]: Bookman, 2010.

BENITTI, F. B. V.; ALBANO, E. L. *Teste de Software: o que e como é ensinado?* 3. ed. Itajaí,Sata Catarina: CSBC, 2012.

BOGOST, I. *Persuasive Games: Exploitationware*. 1. ed. Gamasutra, 2011. Disponível em: <[http://www.gamasutra.com/view/feature/134735/persuasive\\_games\\_exploitationware.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/134735/persuasive_games_exploitationware.php)>.

BROWN, S. *Software Architecture for Developers*. 1. ed. [s.n.], 2014. Disponível em: <<https://leanpub.com/software-architecture-for-developers>>.

BRUM, M. G.; CRUZ, M. E. J. K. da. *Gamificação para o Ensino de Computação na Educação Básica*. 3. ed. [S.l.]: WEI - XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

BUNCHBALL. *Gamification 101: An Introduction to the Use of Game Dynamics to Influence Behavior*. 1. ed. [S.l.]: Bunchball, Inc, 2010.

CLIFTON, B. *Advanced Web Metrics with Google Analytics*. 2. ed. Sybex, 2010. ISBN 0470562315,9780470562314. Disponível em: <<http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=1C40BF04958A02CC92A8D5FCDAC95644>>.

DETERDING, S. *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. 1. ed. ACM Digital Library, 2011. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2181040>>.

DETERDING, S. et al. *Gamification: Toward a definition*. 1. ed. CHI, 2011. Disponível em: <<https://www.wiley.com/en-br/The+Gamification+of+Learning+and+Instruction:+Game+based+Methods+and+Strategies+for-p-9781118096345>>.

FOWLER, M. et al. *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. 1. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1999.

GÓMEZ-ÁLVAREZ, M. C.; SÁNCHEZ-DAMS, R.; BARÓN-SALAZAR, A. *Trouble hunters: A game for introductory subjects to computer engineering*. 1. ed. CLEI, 2016. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7833398>>.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research*. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2004.

JANZEN, D. *Test-Driven Development: Concepts, Taxonomy, and Future Direction*. 1. ed. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2005.

KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R. *The Gamification of Learning and Instruction*. 1. ed. Wiley, 2012. Disponível em: <<https://www.wiley.com/en-br/The+Gamification+of+Learning+and+Instruction:+Game+based+Methods+and+Strategies+for-p-9781118096345>>.

LIMA, T. et al. *UbiRE: A game for teaching requirements in the context of ubiquitous systems*. 1. ed. CLEI, 2012. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6427140>>.

LINDBERG, T. et al. *Design Thinking: Understand ? Improve ? Apply*. 1. ed. [S.l.]: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. (Understanding Innovation). ISBN 3642137563, 9783642137563.

MANRIQUE, V. *The 35 Gamification Mechanics toolkit*. 1. ed. Epic Win Blog, 2013. Disponível em: <<http://www.epicwinblog.net/2013/06/the-35-gamification-mechanics-toolkit.html>>.

MANRIQUE, V. *Gamification Design Framework: The SMA Model*. 1. ed. Gamasutra, 2013. Disponível em: <[http://www.gamasutra.com/blogs/VictorManrique/20130618-194563/Gamification\\_Design\\_Framework\\_The\\_SMA\\_Model.php](http://www.gamasutra.com/blogs/VictorManrique/20130618-194563/Gamification_Design_Framework_The_SMA_Model.php)>.

MANRIQUE, V. *A simple and easy to use toolkit for Gamification Design by @victormanriquey*. 1. ed. Epic Win Blog, 2013. Disponível em: <<http://www.epicwinblog.net/2013/10/the-35-gamification-mechanics-toolkit.html>>.

MARQUES, F. A. R. et al. *Karuta Kanji: Jogo educacional para estudar e praticar vocabulário com Kanjis da língua japonesa*. 1. ed. CLEI, 2015. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7360019>>.

MATALLAOUI, A.; HANNER, N.; ZARNEKOW, R. *Introduction to Gamification: Foundation and Underlying Theories*. 1. ed. [s.n.], 2016. Disponível em: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007\%2F978-3-319-45557-0\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007\%2F978-3-319-45557-0_1)>.

MICHAEL, D. R.; CHEN, S. *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform*. 1. ed. [S.l.]: Pearson, 2006.

MOREIRA, C.; COUTINHO, E. *iTest learning: Um jogo para o ensino do planejamento de testes de software*. 2. ed. Quixadá, Ceará: Fórum de Educação em Engenharia de Software. Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 2012.

MOREIRA, C.; COUTINHO, E. *Avaliação do Jogo iTestLearning: Um Jogo para o Ensino de Planejamento de Testes de Software*. 3. ed. Quixadá, Ceará: WEI - XXI Workshop sobre Educação em Computação, 2013.

NETTO, D. et al. *Game Logic: Um jogo para auxiliar na aprendizagem de lógica de programação*. 3. ed. [S.l.]: WEI - XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

PARK, T. *Learning CSS Layout with Flexbox Froggy*. 1. ed. [s.n.], 2015. Disponível em: <<https://thomaspark.co/2015/11/learning-css-layout-with-flexbox-froggy>>.

PRESSMAN, B. M. R. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. [S.l.: s.n.], 2014.

RICHARDS, M. pdf. *Software Architecture Patterns*. 1. ed. [s.n.], 2015. ISBN 9781491971437. Disponível em: <<https://www.oreilly.com/library/view/software-architecture-patterns/9781491971437/>>.

ROGERS, S. *Level Up! The guide to great video game design*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014.

SANTOS, J. C. O.; FIGUEIREDO, K. da S. *Computasseia: Um Jogo para o Ensino de História da Computação*. 1. ed. [S.l.]: SBC, 2017.

SICKO. *SICKO*. 1. ed. MIT, 2006. Disponível em: <<http://med.stanford.edu/sm-archive/sicko/game/SICKOTitle.html>>.

SILVA, J. C. da et al. *Uma avaliação do emprego do jogo Modelando como apoio ao ensino de Engenharia de Requisitos*. 1. ed. [S.l.]: WEI, 2012.

SILVA, J. C. da et al. *Uma avaliação do emprego do jogo Modelando como apoio ao ensino de Engenharia de Requisitos*. 1. ed. [S.l.]: WEI, 2012.

SILVA, W.; STEINMACHER, I.; CONTE, T. *Apoiando o Ensino de Diagrama de Atividades através de um jogo educacional*. 3. ed. [S.l.]: WEI - XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

SILVEIRA, I. F. *A Game Development-based strategy for Teaching Software Design Patterns through Challenge-Based Learning under a Flipped Classroom approach*. 3. ed. [S.l.]: WEI - XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2016.

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering Tenth Edition*. 10. ed. [S.l.]: Pearson, 2017.

STIEGLITZ, S. et al. pdf. *Gamification: Using Game Elements in Serious Contexts*. [S.l.: s.n.], 2017.

TOTTY, B. et al. *HTTP: The Definitive Guide*. O'Reilly Media, 2009. Disponível em: <<http://shop.oreilly.com/product/9781565925090.do>>.

WERBACH, K.; HUNTER, D. *For The Win - How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. 1. ed. Wharton Digital Press, 2012. Disponível em: <<https://wdp.wharton.upenn.edu/book/for-the-win/>>.

## 8 ANEXOS

### 8.1 MANRIQUE TOOLKIT FOR GAMIFICATION DESIGN - CATEGORIZADOS POR COR



## 8.2 QUESTIONÁRIO

30/11/2019

Motivação

1. Você está cursando uma graduação?\*

	Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>				

2. Se sim, na graduação você teve contato com teste de software?\*

	Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>				

3. Você trabalha com desenvolvimento de software?\*

	Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>				

4. Eu já possuía conhecimento sobre teste unitário.\*

	Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>				

5. Eu já possuía conhecimento sobre TDD (Test Driven Development).\*

	Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>				

6. É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar na ferramenta gamificada.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com a ferramenta gamificada.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Ao passar pelas etapas da ferramenta senti confiança que estava aprendendo.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Foi fácil de entender a ferramenta e começar a utilizá-la.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. O conteúdo da ferramenta está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Você considera que o funcionamento da ferramenta está adequado para o aprendizado.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D	
Opções	<input type="radio"/>				

12. Você considerou o conteúdo da ferramenta relevante para o ensino de teste unitário.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D	
Opções	<input type="radio"/>				

13. A variação (forma, conteúdo ou atividades) ajudou a me manter atento a ferramenta.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D	
Opções	<input type="radio"/>				

14. Houve algo interessante na ferramenta que capturou minha atenção.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D	
Opções	<input type="radio"/>				

15. O design do jogo é atraente.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D	
Opções	<input type="radio"/>				

16. O conteúdo evoluiu em um ritmo adequado e não fica monótono - Oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.\*

Concordo totalmente    Concordo    Neutro    Discordo    D

Opções

17. Me senti mais na ferramenta gamificada do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.\*

Concordo totalmente    Concordo    Neutro    Discordo    D

Opções

18. Não percebi o tempo passar.\*

Concordo totalmente    Concordo    Neutro    Discordo    D

Opções

19. Temporariamente esqueci das minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado.\*

Concordo totalmente    Concordo    Neutro    Discordo    D

Opções

20. A ferramenta travava durante a execução das atividades.\*

Concordo totalmente    Concordo    Neutro    Discordo    D

Opções

30/11/2019

Motivação

21. As animações na ferramenta travavam o computador e atrapalhavam o meu progresso.\*

Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	D
Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Comentários adicionais

Deixe sugestões, críticas ou sua opinião sobre a ferramenta gamificada.

SUBMIT



## 8.4 TCLE MAIORES DE IDADE

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE**  
**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE (MAIORES DE IDADE)**

*Esclarecimentos*

Este é um convite para você participar da pesquisa: TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS, que tem como pesquisador responsável Ismar Frango Silveira.

Esta pesquisa pretende avaliar o engajamento dos alunos no ensino de teste unitário.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é a falta de engajamento dos alunos na disciplina de teste software, e também a falta de dedicação do currículo acadêmico para a etapa de teste de software.

Caso você decida participar, você deverá acessar a URL que será fornecida através do navegador Google Chrome, e seguir as instruções da ferramenta até completa-la. Entende-se como completar, aqueles usuários que chegaram até o questionário e enviaram suas respostas. O questionário tem como objetivo coletar dados de duas principais vertentes, a primeira sendo perguntas relacionadas a motivação e engajamento com a ferramenta. A segunda tem como objetivo analisar a experiência do usuário. O processo total após o momento de autenticação deve levar em torno de 2 horas.

Durante a realização a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas. Neste caso você poderá interromper o teste ou mesmo terá o direito de cancelar.

Não haverá nenhum gasto por parte do participante da pesquisa.

\_\_\_\_\_ (rubrica do Participante/Responsável legal) \_\_\_\_\_ (rubrica do Pesquisador)

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas através do email [ismarfrango@gmail.com](mailto:ismarfrango@gmail.com) (telefone: 11 98175-8431) e [matheusmarabesi@gmail.com](mailto:matheusmarabesi@gmail.com) (telefone: 11 95469-5972). Ambos estão localizados no endereço: R. da Consolação, 930 - Consolação, São Paulo - SP, 01302-907, Brazil no prédio do PPGECC - Programa de Pós Graduação de Engenharia Elétrica e Computação.

Você tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar.

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Essa pesquisa será realizada na Universidade Presbiteriana Mackenzie no prédio 31 (Rua da Consolação, 896 - Prédio 31. Cursos de Graduação da Faculdade de Computação e Informática (FCI)).

Se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá entrar em contato no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie que é um "Colegiado interdisciplinar, com *múnus público*, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos" localizado na Rua Da Consolação 896 Ed João Calvino 4º andar sala 400, telefone 2766-7615 e e-mail: [prpg.pesq.ethica@mackenzie.br](mailto:prpg.pesq.ethica@mackenzie.br), o horário de funcionamento do CEP - 2ª e 4ª feira das 15:00 às 18:00 e 3ª e 5ª das 09:30 às 12:30, 6ª feiras não há atendimento.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o (a) pesquisador (a) responsável Ismar Frango Silveira.

Caso queira ter acesso às informações desta pesquisa, deverá ser enviado um email para [ismarfrango@gmail.com](mailto:ismarfrango@gmail.com) e [matheusmarabesi@gmail.com](mailto:matheusmarabesi@gmail.com).

#### *Consentimento Livre e Esclarecido*

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos

os meus direitos, concordo em participar da pesquisa TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

São Paulo \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.  
  
\_\_\_\_\_

**Assinatura do participante da pesquisa**

*Declaração do pesquisador responsável*

Como pesquisador responsável pelo estudo TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas federais de ética, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

São Paulo \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.  
  
\_\_\_\_\_

**Assinatura do pesquisador responsável**

## 8.5 TCLE INSTITUIÇÃO

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE  
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE (INSTITUIÇÃO)**

*Esclarecimentos*

Este é um convite para a instituição participar da pesquisa: TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS, que tem como pesquisador responsável Ismar Frango Silvera.

Esta pesquisa pretende avaliar o engajamento dos alunos no ensino de teste unitário.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é a falta de engajamento dos alunos na disciplina de teste software, e também a falta de dedicação do currículo acadêmico para a etapa de teste de software.

Não haverá nenhum gasto por parte da instituição participante da pesquisa.

\_\_\_\_\_ (rubrica do Responsável legal)

\_\_\_\_\_ (rubrica do Pesquisador)

Durante todo o período da pesquisa a instituição poderá tirar suas dúvidas através do email [ismarfrango@gmail.com](mailto:ismarfrango@gmail.com) (telefone: 11 98175-8431) e [matheusmarabesi@gmail.com](mailto:matheusmarabesi@gmail.com) (telefone: 11 95469-5972). Ambos estão localizados no endereço: R. da Consolação, 930 - Consolação, São Paulo - SP, 01302-907, Brazil no prédio do PPGECC - Programa de Pós Graduação de Engenharia Elétrica e Computação.

A instituição tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

Esses dados coletados pela ferramenta serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Essa pesquisa será realizada na Universidade Presbiteriana Mackenzie no prédio 31 (Rua da Consolação, 896 - Prédio 31. Cursos de Graduação da Faculdade de Computação e Informática (FCI)).

Se a instituição sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, a mesma será indenizada.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa a instituição deverá entrar em contato no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie que é um "Colegiado interdisciplinar, com *múnus público*, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses da instituição que será realizada a pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos" localizado na Rua Da Consolação 896 Ed João Calvino 4º andar sala 400, telefone 2766-7615 e e-mail: [prpg.pesq.ethica@mackenzie.br](mailto:prpg.pesq.ethica@mackenzie.br), o horário de funcionamento do CEP - 2ª e 4ª feira das 15:00 às 18:00 e 3ª e 5ª das 09:30 às 12:30, 6ª feiras não há atendimento.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com a instituição e a outra com o (a) pesquisador (a) responsável Ismar Frango Silveira.

Caso a instituição queira ter acesso às informações desta pesquisa, deverá ser enviado um email para [ismarfrango@gmail.com](mailto:ismarfrango@gmail.com) e [matheusmarabesi@gmail.com](mailto:matheusmarabesi@gmail.com).

#### *Consentimento Livre e Esclarecido*

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para a instituição e ter ficado ciente de todos

os direitos, concordo em participar da pesquisa TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS, e autorizo a divulgação das informações fornecidas pela instituição em congressos e/ou publicações científicas.

São Paulo \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.  
  
\_\_\_\_\_

**Assinatura da instituição da pesquisa**

*Declaração do pesquisador responsável*

Como pesquisador responsável pelo estudo TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados a instituição desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas federais de ética, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

São Paulo \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.  
  
\_\_\_\_\_

**Assinatura do pesquisador responsável**

## 8.6 FOLHA DE ROSTO - PLATAFORMA BRASIL



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP  
FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: TESTABLE: UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS		
2. Número de Participantes da Pesquisa: 20		
3. Área Temática:		
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra		
<b>PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>		
5. Nome: Ismar Frango Silveira		
6. CPF: 008.453.036-78	7. Endereço (Rua, n.º): PAULISTA 66 BELA VISTA apto 61 SAO PAULO SAO PAULO 01310000	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO	9. Telefone: (11) 3253-5231	10. Outro Telefone:  11. Email: ismarfrango@gmail.com
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>		
Data: 9 / 8 / 2019		 Assinatura
<b>INSTITUIÇÃO PROPONENTE</b>		
12. Nome: INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE	13. CNPJ: 60.967.551/0009-08	14. Unidade/Órgão:
15. Telefone: (11) 2114-8454	16. Outro Telefone:	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>		
<p>Responsável: <u>Maria Luisa Mendes Teixeira</u> CPF: <u>32.905.208.15</u>          Cargo/Função: <u>Coordenadora de Pesquisa</u></p>		
Data: _____ / _____ / _____		 Assinatura
<b>PATROCINADOR PRINCIPAL</b> Não se aplica. <small>Prof. Dra. Maria Luisa Mendes Teixeira Coordenadora de Pesquisa da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação Universidade Presbiteriana Mackenzie</small>		

*assinado pelo  
COP.*

09 AGO. 2019

## **8.7 CARTA DE ENCAMINHAMENTO - PLATAFORMA BRA-SIL**

São Paulo, 09:55:36.

*Ao Comitê de Ética em Pesquisa*

Encaminhamos para análise deste Comitê o projeto de pesquisa TESTABLE – UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS.

O referido propõe uma ferramenta web gamificada para a aprendizagem de teste de software, visando aumentar o engajamento dos alunos em relação ao conteúdo. Para validar a ferramenta, será feito uma experimentação com alunos de graduação da área no uso da ferramenta, realizando coleta de dados por meio de questionário e captura e análise de dados provenientes do uso da ferramenta.

Atenciosamente,



---

Ismar Frango Silveira

## 8.8 PROJETO APROVADO - PLATFORMA BRASIL

UNIVERSIDADE  
PRESBITERIANA MACKENZIE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** TESTABLE: UMA FERRAMENTA GAMIFICADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE TESTES UNITÁRIOS

**Pesquisador:** Ismar Frango Silveira

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 19725019.5.0000.0084

**Instituição Proponente:** INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.667.401

#### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1382656.pdf"

#### INTRODUÇÃO:

Com a crescente evolução da complexidade no desenvolvimento de software, seja no contexto profissional ou acadêmico, cada vez mais se faz necessária a aplicação de testes de software para realizar a verificação e validação de diferentes aspectos do software. Entre os diferentes testes existentes no contexto da Engenharia de Software, destacam-se os Testes Unitários, que se dedicam a testar unidades individuais de código. É desejável que testes unitários sejam inicialmente feitos pelo próprio desenvolvedor. Em geral, esses testes são realizados por unidade de código para verificar sua funcionalidade. Porém, considerando a diversidade de testes encontrados na literatura, e além da execução de testes pelo desenvolvedor, toda equipe de software deveria ter um profissional dedicado a essa tarefa. Entretanto esta não é a realidade no cotidiano das empresas, assim como no mundo acadêmico. Segundo os mesmos autores, as matrizes curriculares de cursos de graduação da área de

**Endereço:** Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400

**Bairro:** HIGIENÓPOLIS

**CEP:** 01.302-907

**UF:** SP      **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)2766-7615

**E-mail:** prpg.pesq.ethica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

computação possuem uma carga horária reduzida a respeito de teste de software, sob a premissa de ser o suficiente para que os alunos estejam preparados para executar adequadamente as tarefas relacionadas a teste de software, o que não é necessariamente verdade. Isso pode levar a um entendimento inadequado por parte dos alunos de que teste de software é apenas um detalhe no processo de Engenharia de Software. Além disso pode-se mencionar a dificuldade pelos professores em engajar os alunos para o aprendizado do teste de software, já que isso requer um bom nível de abstração e requisitos prévios. E por último mas não menos importante, as estratégias didáticas podem ter um impacto negativo no engajamento, que motiva pesquisas que envolvam metodologias e técnicas com foco no engajamento para o ensino de teste de software, que é o eixo central deste trabalho. Nesse sentido, a aplicação de técnicas voltadas ao aumento do engajamento, como o uso de jogos sérios (serious games) e gamificação podem ter impacto positivo nos processos de ensino e aprendizagem.

Hipótese:

1. Oferecer o conteúdo de teste unitário para alunos de graduação que possuem teste no currículo acadêmico com gamificação possui um impacto positivo nos processos de ensino e aprendizagem.

Critério de Exclusão:

Pessoas que não sejam estudantes, pessoas não possuam conhecimentos prévios de programação ou pessoas que não possuam acesso a internet.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Desenvolver uma ferramenta gamificada voltado ao o ensino de testes unitários para alunos do curso de graduação na área de Computação.

Objetivo Secundário:

<b>Endereço:</b> Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400	<b>CEP:</b> 01.302-907
<b>Bairro:</b> HIGIENÓPOLIS	
<b>UF:</b> SP	<b>Município:</b> SAO PAULO
<b>Telefone:</b> (11)2766-7615	<b>E-mail:</b> prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

Realizar revisão para visualizar o estado da arte no que diz respeito ao ensino de teste de software e à utilização de gamificação como estratégia. Desenvolver uma ferramenta gamificada para ensino de testes de software, especificamente o Teste Unitário, para delimitação de escopo da pesquisa. Avaliar e analisar a aplicação desta ferramenta em uma turma de graduação.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Durante a realização a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que o usuário corre é semelhante àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas.

Benefícios:

Benefícios direto: conhecimento sobre a ferramenta e complemento ao método padrão de ensino de teste unitário com um ambiente gameficado digital. Benefícios indireto disponibilização da ferramenta online e código fonte aberto para livre utilização seguindo a licença MIT de código aberto.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de resposta das pendências solicitadas no parecer anterior. As solicitações apontadas foram realizadas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Documentos devidamente apresentados

**Recomendações:**

Recomenda-se que:

- 1) No Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Instituição os espaços para rubricas sejam inseridas no final da página;
- 2) No Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Instituição há páginas em branco que recomenda-se que sejam excluídas e assim numerar novamente o devido termo.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

RESPOSTA AO PARECER CONSUBSTANCIADO CEP/UPM Nº 3.585.979 DATADO EM 19/09/2019

1. Item de pendência: Quanto ao cronograma (informações básicas e projeto de pesquisa): O

<b>Endereço:</b> Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400	<b>CEP:</b> 01.302-907
<b>Bairro:</b> HIGIENÓPOLIS	
<b>UF:</b> SP	<b>Município:</b> SAO PAULO
<b>Telefone:</b> (11)2766-7615	<b>E-mail:</b> prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

Sistema CEP/UPM não analisa projetos de pesquisa que já tenham iniciado a coleta de dados junto ao campo de pesquisa. Solicitam-se esclarecimentos e adequação, conforme Norma Operacional CNS nº 001/2013, item 3.4.1.9, e recomenda-se que nos documentos do protocolo seja apresentado o mesmo cronograma de forma padronizada, com o máximo de detalhamento sobre as fases do estudo, organizado da data inicial até a previsão de final do estudo, com o compromisso expresso do/a pesquisador/a de que não iniciará a coleta de dados antes da aprovação final do Sistema CEP/UPM, consta data Aplicação da ferramenta TESTABLE dia 15/09/2019, solicita-se adequação.

Resposta da pendência 1: Cronograma atualizado.

**ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA**

2.Item de pendência: Substituir o seguinte trecho no TCLE "Durante a realização a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas. Porém se atente para os seguintes riscos referente à sua saúde: – Caso sentir dor de cabeça ou visão turbulenta, pare de utilizar a ferramenta imediatamente. – Caso apresente dores na coluna, pare de utilizar a ferramenta imediatamente. Em caso de algum problema que você possa ter relacionado com a pesquisa, você terá direito a assistência imediata e a posteriori gratuita que será prestada pelo pesquisador responsável" Por: Durante a realização a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas. Neste caso você poderá interromper o teste ou mesmo terá o direito de cancelar. Solicita-se adequação no item "riscos" das informações básicas, no TCLE e no projeto de pesquisa.

Resposta da pendência 2: Trecho: "Durante a realização a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas. Porém se atente para os seguintes riscos referente à sua saúde: – Caso sentir dor de cabeça ou visão turbulenta, pare de utilizar a ferramenta imediatamente. – Caso apresente dores na coluna, pare de utilizar a ferramenta imediatamente. Em caso de algum problema que você possa ter relacionado com a pesquisa, você terá direito a assistência imediata e a posteriori gratuita que será prestada pelo pesquisador responsável"

Substituído por:

"Durante a realização a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante

**Endereço:** Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400

**Bairro:** HIGIENÓPOLIS

**CEP:** 01.302-907

**UF:** SP      **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)2766-7615

**E-mail:** prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

àquele de utilizar o navegador web por alguns minutos/horas. Neste caso você poderá interromper o teste ou mesmo terá o direito de cancelar.”

3.Item de pendência: Inserir carta de anuênciia ou Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Instituição onde será realizada a pesquisa.

Resposta da pendência 3: Foi inserido um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Instituição  
ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

4.Item de pendência: Formatar adequadamente o TCLE, pois consta numeração de 1-3 páginas, mas o documento contém 4 páginas.

Resposta da pendência 4: Formatação corrigida.  
ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

5.Item de pendência: No TCLE, retirar a frase “Atualizado em Agosto de 2019” que consta em todas as páginas

Resposta da pendência 5: Frase “Atualizado em Agosto de 2019” removida de todas as páginas  
ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

6.Item de pendência: No TCLE, explicitar o local onde será realizada a coleta de dados.

Resposta da pendência 6: Trecho do TCLE: “Essa pesquisa será realizada na Universidade Presbiteriana Mackenzie se você tiver algum gasto pela participação dele (a) nessa pesquisa como transporte e/ou alimentação, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você.”

Substituído por: “Essa pesquisa será realizada na Universidade Presbiteriana Mackenzie no prédio 31 (Rua da Consolação, 896 - Prédio 31. Cursos de Graduação da Faculdade de Computação e Informática (FCI)) se você tiver algum gasto pela participação dele (a) nessa pesquisa como transporte e/ou alimentação, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você.”

**Endereço:** Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400  
**Bairro:** HIGIENÓPOLIS                                   **CEP:** 01.302-907  
**UF:** SP   **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2766-7615                                   **E-mail:** prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

7.Item de pendência: No TCLE, corrigir erros de ortografia, pois existem erros de acentuação e palavras com grafia errada como a palavra "software".

Resposta da pendência 7: Erros de ortografia corrigidos

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

8.Item de pendência: Esclarecer quais são os benefícios diretos e indiretos da pesquisa ao participante, tais como: melhoria no aprendizado ao participante através de uma ferramenta informatizada gameficada, por exemplo. Os benefícios indiretos são: disponibilização desta ferramenta para uso da comunidade acadêmica da área, por exemplo.

Resposta da pendência 8: Item riscos do projeto básico alterado para: "Benefícios direto: conhecimento sobre a ferramenta e complemento ao método padrão de ensino de teste unitário com um ambiente gameficado digital. Benefícios indireto disponibilização da ferramenta online e código fonte aberto para livre utilização seguindo a licença MIT de código aberto." Adicionado uma seção de ética no projeto detalhado (capítulo 6).

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

9.Item de pendência: Solicitamos que o projeto de pesquisa seja elaborado conforme a Norma Operacional do CNS n.001/2013 item 3.4.1 - 1 ao 12 "em relação a apresentação de protocolos de pesquisa que devem minimamente ter: tema, objeto da pesquisa, relevância social, objetivos, local de realização da pesquisa, população a ser estudada, garantia ética aos participantes da pesquisa, método a ser utilizado, cronograma, orçamento, critérios de inclusão e exclusão dos participantes da pesquisa, riscos e benefícios envolvidos na execução da pesquisa.

Resposta da pendência 9: Tópicos: local de realização da pesquisa, população a ser estudada, garantia ética aos participantes da pesquisa, método a ser utilizado, cronograma, orçamento, critérios de inclusão e exclusão dos participantes da pesquisa, riscos e benefícios envolvidos na execução da pesquisa foram adicionados no projeto detalhado (Capítulo 6) e atualizados na

**Endereço:** Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400

**Bairro:** HIGIENÓPOLIS

**CEP:** 01.302-907

**UF:** SP      **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)2766-7615

**E-mail:** prpg.pesq.ethica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

plataforma brasil

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

10.Item de pendência: Anexar ao Projeto de Pesquisa o questionário a ser aplicado nos participantes da pesquisa para levantar dados acerca da "motivação, engajamento e experiência de usuário".

Resposta da pendência 10: Documento de questões anexado com o nome de questionário.pdf

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

11.Item de pendência: Nas Informações Básicas do Projeto a metodologia está insuficiente. Deve estar de acordo com a metodologia definida para o projeto de pesquisa.

Resposta da pendência 11: Metodologia “1. Desenvolver uma ferramenta gamificada que seja acessível através da web2. Implementar”

substituída por:

“O trabalho está dividido em três categorias, a primeira sendo revisão bibliográfica a segunda sendo o desenvolvimento e a terceira a coleta de dados.

Com relação a primeira categoria foram realizados os seguintes passos:

A realização da revisão bibliográfica nos congressos anais dos congressos WEI, CLEI e SIGSCE (Capítulo 4 no projeto detalhado). A revisão bibliográfica explora três tópicos: O ensino de teste de software, a gamificação na educação e a gamificação no ensino de computação. O segundo passo foi a realização da revisão técnica, que apresenta três propostas de sistemas que utilizam gamificação como estratégia.

Com relação ao desenvolvimento as seguintes etapas foram executadas(capítulo 5 no projeto detalhado):  
Concepção lúdica e desenvolvimento do enredo da experiência gamificada, definição da arquitetura da ferramenta, definição dos requisitos e tecnologias utilizadas.

Finalmente a última etapa da da metodologia é a coleta de dados. Que foi dividida em duas seções: coletas da ferramenta em tempo real e questionário. A coleta em tempo real realiza coleta

**Endereço:** Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400

**Bairro:** HIGIENÓPOLIS

**CEP:** 01.302-907

**UF:** SP      **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)2766-7615

**E-mail:** prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Continuação do Parecer: 3.667.401

de dados baseado na ação do usuário, ações como cliques e carregamento de página. Esses eventos utilizados para analisar o comportamento do usuário na ferramenta. O questionário possui o objetivo de analisar o nível de engajamento dos alunos e conta com 19 perguntas."

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

12.Item de pendência: Informações sobre como serão divulgados os resultados da pesquisa devem constar tanto no Projeto de Pesquisa, quanto nas Informações Básicas do Projeto e devem ser equivalentes ao que consta nos TCLEs.

Resposta da pendência 12: Trecho: "Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos." adicionado no TCLE

#### ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

Dianete do exposto e a luz das normas federais de ética em pesquisa envolvendo seres humanos o projeto e os termos podem ser enquadrados na categoria APROVADO. Recomendando-se igualmente que seja observado o disposto no campo "Recomendações".

#### Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado com recomendações: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

#### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_1382656.pdf	25/10/2019 08:13:03		Aceito

Endereço: Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400  
Bairro: HIGIENÓPOLIS CEP: 01.302-907  
UF: SP Município: SAO PAULO  
Telefone: (11)2766-7615 E-mail: prpg.pesq.ethica@mackenzie.br

UNIVERSIDADE  
PRESBITERIANA MACKENZIE



Continuação do Parecer: 3.667.401

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	25/10/2019 08:11:36	Ismar Frango Silveira	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	25/10/2019 08:05:53	Ismar Frango Silveira	Aceito
Outros	TCLE__INSTITUICAO.pdf	25/10/2019 08:05:23	Ismar Frango Silveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE__MAIORES_DE_IDADE__.pdf	25/10/2019 08:04:59	Ismar Frango Silveira	Aceito
Outros	CARTARESPOSTAASPENDENCIAS_A_SSINADA.doc	18/10/2019 13:37:14	Ismar Frango Silveira	Aceito
Outros	questionario.pdf	09/10/2019 13:29:23	Ismar Frango Silveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	carta_encaminhamento_testable_assinada.pdf	15/08/2019 06:57:19	Ismar Frango Silveira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_para_Pesquisa_envolvendo_serdes_humanos_assinada.pdf	15/08/2019 06:51:42	Ismar Frango Silveira	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 29 de Outubro de 2019

---

**Assinado por:**  
**Valéria Farinazzo Martins**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Da Consolação nº896 - Ed João Calvino 4º andar sala 400  
**Bairro:** HIGIENOPOLIS                           **CEP:** 01.302-907  
**UF:** SP   **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2766-7615                           **E-mail:** prpg.pesq.ethica@mackenzie.br

## 8.9 SEÇÕES TRAQUEADAS

Seção	Descrição
achievements	Ícone de conquistas localizado na parte superior esquerda na interface do usuário.
level	Ícone indicador de nível localizado na parte superior esquerda na interface do usuário.
profile	Ícone indicador do nome do usuário (e menu de opções) localizado na parte superior direita na interface do usuário.
login	Seção para entrar na ferramenta gamificada.
tutorial	Seção que apresenta ao usuário as mecânicas básicas da ferramenta gamificada.

Tabela 10: Identificadores da seções traqueáveis da ferramenta gamificada.