



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Kastney Albuquerque Frazão

***ICMEG: Um checklist Específico para Avaliação de Jogos
Educacionais Digitais em Plataformas Móveis***

**São Luís
2021**

Kastney Albuquerque Frazão

IC-MEG: Um Checklist Específico para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais em Plataformas Móveis

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, da Universidade Federal do Maranhão.

Avaliação da dissertação em 28 de Setembro de 2021, em São Luís - MA:

**Prof. Dr. Luis Jorge Enrique Rivero
Cabrejos**
Orientador
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Davi Viana dos Santos
Coorientador
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Geraldo Braz Junior
Examinador Interno
Universidade Federal do Maranhão

**Prof. Dr. Anna Beatriz dos Santos
Marques**
Examinador Externo
Universidade Federal do Ceará

São Luís - MA
2021

Agradecimentos

Aos meus pais, José Ribamar e Maria das Dores, por me apoiarem durante a minha jornada nesta pesquisa. Vocês sempre me incentivaram a prosseguir com o trabalho, mesmo nos momentos mais difíceis. Obrigado por fazerem parte deste momento.

Aos integrantes do laboratório *Dexter's* por todo o apoio. Vocês me deram memórias tão boas ao longo desses anos, difícil escolher apenas uma. Obrigado por estarem lá, quando preciso, para discutir as pesquisas. Certamente me tornei um pesquisador e uma pessoa melhor devido a vosso apoio. Espero que nossas amizades persistam por muitos anos. Obrigado a todos.

A minha amiga Jéssica Costa pelo apoio e colaboração na pesquisa. Agradeço por me ajudar em boa parte do início da pesquisa. Foram algumas noites "sem dormir". Obrigado pelas discussões, pelos esforços empenhados, pelos artigos publicados. Espero que nossa parceria possa continuar. Obrigado!

A professora Anna Beatriz e aos professores Davi Viana e Geraldo Braz por aceitarem participar da banca de avaliação da minha pesquisa. Certamente, suas críticas e sugestões ajudaram e me ajudarão a aprimorar minha pesquisa. Obrigado por reservarem um tempo para lerem meu trabalho e por seus excelentes comentários.

A todos os sujeitos que participaram do estudo experimental. Agradeço pelo tempo dedicado nas tarefas do experimento. E por todos os *feedbacks* que vocês fizeram. Muito obrigado a todos!

À Universidade Federal do Maranhão e ao Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação pelo apoio durante minha pesquisa.

Ao meu coorientador Davi Viana, pelo constante apoio, pelos excelentes ensinamentos que levo para a minha vida, pelos momentos gastos comigo. Muito Obrigado por tudo!

Por fim, tenho um agradecimento especial ao meu orientador, Luis Rivero. Fico muito feliz por chegar onde cheguei e como penso que só foi possível por sua causa. Aprendi muito com você, como: ser responsável, ético, crítico, disciplinado e muito mais. Agradeço por todo o apoio. Tudo o que posso dizer é o quanto estou grato e espero vê-lo em um futuro próximo como meu sempre mentor e amigo.

Resumo

Jogos educacionais digitais para dispositivos móveis se tornaram cada vez mais presentes em ambientes educacionais, onde ganharam muita relevância na formação educacional e profissional de várias pessoas. Esses softwares estão presentes nas lojas de aplicativos online, onde existe um lugar específico para que seus usuários possam avaliá-los. Apesar de todos os benefícios que os jogos educacionais digitais têm, estes softwares ainda apresentam problemas de qualidade apontados pelos usuários, como: a falta de usabilidade e as funcionalidades dos jogos; pouca adesão da proposta e da jogabilidade; além de, dificuldade de suporte e mobilidade dos jogos nos dispositivos móveis dos usuários. Várias tecnologias para avaliar software foram propostas. No entanto, ainda existe a necessidade de tecnologias para avaliar jogos educacionais digitais específicos para a plataforma móvel, e apoiar ao mesmo tempo os engenheiros de software na detecção de defeitos dos jogos avaliados. Esta dissertação de mestrado propõe um checklist de inspeção para a avaliação de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis chamada IC-MEG. Também foi desenvolvida uma ferramenta de apoio chamada TIMEG para fornecer apoio ao checklist desenvolvido. As tecnologias foram desenvolvidas para apoiar equipes de desenvolvimentos na avaliação de seus jogos educacionais digitais móveis. A aceitação do IC-MEG e TIMEG foi avaliada do ponto de vista de engenheiros de software iniciantes em um estudo experimental. Quando comparado ao mGBL e PHEG, outros checklists existentes na literatura, os resultados mostraram que o IC-MEG foi percebido como útil e mais completo. Além disso, os engenheiros de software consideraram a ferramenta TIMEG útil e fácil de entender, ao mesmo tempo que sugeriram melhorar seu relatório de defeitos para facilitar sua compreensão e aumentar seu uso. Os resultados do estudo experimental indicaram a satisfação dos participantes ao executar uma avaliação com o checklist IC-MEG, enquanto os membros da equipe de desenvolvimento concordaram com a utilidade do relatório TIMEG e suas sugestões de melhorias. Ao fornecer apoio para a inspeção, pretende-se apoiar os engenheiros de software na detecção de defeitos em jogos educacionais digitais para dispositivos móveis desenvolvidos, aumentando assim a sua qualidade e aceitação no mercado.

Palavras-chave: Checklist de Inspeção, Jogos Educacionais Digitais, Aplicativos Móveis, Análise de Comentários.

Abstract

Digital educational games for mobile devices have become increasingly present in educational environments, where they have gained a lot of relevance in the educational and professional training of many people. These software are present in online app stores, where there is a specific place for their users to review the apps in the catalogs. Despite all the benefits that digital educational games have; these software still have quality problems pointed out by users. Problems in various areas, such as: the usability and functionality of the games; little adherence to the proposal and gameplay; besides, difficulty in supporting and mobility of games on users' mobile devices. Several technologies for evaluating software have been proposed; however, there is still a need for research development to evaluate specific digital educational games for the mobile platform, while supporting software engineers in detecting defects in the evaluated games. This master's thesis proposes an inspection checklist for the evaluation of digital educational games for mobile devices called IC-MEG, a support tool called TIMEG was also developed to provide support to the developed checklist; these technologies were developed to support development teams in evaluating their mobile digital educational games. We evaluated the acceptance of IC-MEG and TIMEG from the perspective of novice software engineers in an experimental study. When compared to mGBL and PHEG, other checklists in the literature, the results showed that the IC-MEG was perceived as useful and more complete. In addition, software engineers found the TIMEG tool useful and easy to understand, while suggesting improving its report to make it easier to understand and increase its use. The results of the experimental study indicated users' satisfaction in reporting their experience with the IC-MEG checklist, while members of the development team agreed with the usefulness of the TIMEG report and its suggestions for improvement. By providing inspection support, we intend to support software engineers in the detection of defects in digital educational games for mobile devices developed, thus increasing their quality and acceptance in the market.

Keywords: Mobile Educational Games, Inspection Checklist, Mobile Applications, Review analysis.

Lista de ilustrações

Figura 1.1 – Metodologia aplicada para o desenvolvimento, avaliação e evolução das tecnologias IC-MEG e TIMEG	17
Figura 3.1 – Etapas do processo de seleção, coleta e análise de comentários	34
Figura 3.2 – Processo seguido na classificação de comentários	36
Figura 5.1 – Diagrama de caso de uso da ferramenta TIMEG	58
Figura 5.2 – Tela de seleção e visualização do checklist	58
Figura 5.3 – Tela de cadastro de um defeito	59
Figura 5.4 – Relatórios de apoio da ferramenta TIMEG	59
Figura 5.5 – Tela simplificada do relatório de defeitos	61
Figura 5.6 – Tela de criação de um novo arquivo de inspeção	62
Figura 6.1 – Boxplot comparando o indicador de eficácia dos checklists IC-MEG, mGBL e PHEG	76
Figura 6.2 – Boxplot comparando o indicador de eficiência dos checklists IC-MEG, mGBL e PHEG	77
Figura 6.3 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre o checklist IC-MEG	78
Figura 6.4 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre o checklist mGBL	79
Figura 6.5 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre o checklist PHEG	80
Figura 6.6 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre a ferramenta de apoio TIMEG	84

Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Termos utilizados para a montagem da String de busca	21
Tabela 2.2 – Formulário de extração	23
Tabela 2.3 – Relação da quantidade de artigos	23
Tabela 2.4 – Tabela de extração	24
Tabela 2.5 – Heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis	26
Tabela 3.1 – Distribuição dos dados coletados dos jogos educacionais móveis selecionados	37
Tabela 3.2 – Agregação dos atributos de qualidade identificados na análise de comentários, técnica mGBL e técnica PHEG	38
Tabela 4.1 – Checklist proposto a partir da combinação de atributos das técnicas e comentários	46
Tabela 4.2 – Jogos educacionais móveis selecionados para a prova de conceito	50
Tabela 4.3 – Distribuição dos dados coletados dos jogos educacionais móveis selecionados para o refinamento	52
Tabela 6.1 – Experiência dos participantes do estudo experimental agrupados por grupo de checklist	65
Tabela 6.2 – Roteiro de uso do aplicativo Supermarket Cashier Simulator - Money Math Game	67
Tabela 6.3 – Questões utilizadas para realizar a avaliação do checklist de inspeção de jogos educacionais móveis com o modelo TAM	68
Tabela 6.4 – Questões utilizadas para realizar a avaliação da ferramenta TIMEG com o modelo TAM	69
Tabela 6.5 – Resultados quantitativos individuais e gerais sobre o tempo gasto, total de discrepâncias, defeitos encontrados e falsos positivos dos participantes do estudo experimental	74
Tabela 6.6 – Estatística Descritiva dos valores de quantidade de participantes, média, mediana, desvio padrão, erro padrão, limite inferior e superior, máximo e mínimo da eficácia e eficiência	75
Tabela 6.7 – Lista dos atributos dos comentários do jogo Supermarket Cashier Simulator - Money Math Game ordenados pela frequência de aparição	81
Tabela 7.1 – Falsos positivos encontrados na reunião de discriminação sobre os itens de checagem do checklist IC-MEG	88
Tabela 7.2 – Melhorias dos textos dos itens do IC-MEG	90
Tabela 7.3 – Versão final do checklist de inspeção para jogos educacionais digitais móveis IC-MEG	90

Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
FU	<i>Facilidade de Uso Percebida</i>
IBIS	<i>Internet-Based Inspection System</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
IC-MEG	<i>Inspection Checklist for Mobile Educational Game</i>
ISPIS	<i>Infra-Estrutura Computacional de Apoio ao processo de inspeção</i>
IU	<i>Intenção de Uso Futuro Percebida</i>
mGBL	<i>Mobile Game-Based Learning</i>
MEEGA	<i>Model for the Evaluation of Educational Games</i>
MockDUE	<i>Mockup Design Usability Evaluation</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PHEG	<i>Playability Heuristics Evaluation for Educational Games</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TIMEG	<i>Tool for Checklist Inspection of Mobile Educational Games</i>
U	<i>Utilidade Percebida</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização	12
1.2	Problema e Justificativa	14
1.3	Objetivo Principal e Específicos	15
1.4	Metodologia	16
1.5	Organização do Documento	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	Introdução do Capítulo	19
2.2	Trabalhos Relacionados	20
2.3	Planejamento do Protocolo da Revisão	21
2.3.1	Questões de Pesquisa	21
2.3.2	Termos de Busca	21
2.3.3	Fontes de Busca	22
2.3.4	Critérios de Seleção	22
2.4	Execução da Revisão	23
2.5	Resultados e Discussão	24
2.5.1	QP: Quais heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais para dispositivos móveis estão disponíveis?	25
2.5.2	SQ1: Quais Atributos de Qualidade são Considerados nas Avaliações pelas Heurísticas de Avaliação de Jogos Educacionais Digitais Móveis?	28
2.5.3	SQ2: As Heurísticas de Avaliação de Jogos Educacionais Digitais Móveis Foram Adaptadas de Outras Heurísticas?	29
2.5.4	SQ3: As Heurísticas de Avaliação são Adequadamente Adaptáveis aos Dispositivos Móveis?	29
2.5.5	SQ4: As Heurísticas de Avaliação Possuem Algum Mecanismo de Validação dos Resultados?	29
2.6	Conclusão	29
3	ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE JOGOS EDUCACIONAIS MÓVEIS EM REVISÕES DOS USUÁRIOS	31
3.1	Introdução do Capítulo	31
3.2	Trabalhos Relacionados	32
3.3	Coleta e Análise dos Comentários	33
3.3.1	Seleção de Aplicativos	34
3.3.2	Coleta de Comentários	34

3.3.3	Análise dos Comentários	35
3.4	Resultados	35
3.5	Considerações Finais	42
4	CRIAÇÃO DO CHECKLIST DE INSPEÇÃO IC-MEG	43
4.1	Introdução do Capítulo	43
4.2	O Processo de Desenvolvimento do Checklist	44
4.2.1	Atributos de Qualidade Identificados em <i>Checklists</i> Existentes e em Comen- tários de Usuários	44
4.2.2	Incorporando o MEEGA	45
4.2.3	Combinação dos Atributos de Qualidade	45
4.3	Prova de Conceito	49
4.4	Refinamento e Atualização	51
4.5	Considerações Finais	53
5	CRIAÇÃO DA FERRAMENTA TIMEG	55
5.1	Introdução do Capítulo	55
5.2	Ferramentas Relacionadas	56
5.3	A Ferramenta TIMEG	57
5.3.1	Módulo 1: Disponibilização dos <i>Checklists</i>	57
5.3.2	Módulo 2: Relatórios de Apoio	59
5.3.3	Módulo 3: Relatório de Defeitos	60
5.4	Exemplo de Uso da Ferramenta	60
5.5	Considerações Finais	62
6	AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS	63
6.1	Introdução do Capítulo	63
6.2	Descrição do Estudo Experimental	64
6.2.1	Participantes do Estudo	64
6.2.2	Materiais Utilizados	66
6.2.3	Execução da Inspeção do Jogo Educacional Móvel	71
6.2.4	Coleta dos Dados	71
6.3	Avaliação dos Checklists de Inspeção IC-MEG, mGBL e PHEG . . .	72
6.3.1	Avaliação Quantitativa	72
6.3.2	Avaliação com o Modelo TAM	78
6.3.3	Avaliação de Relevância dos Defeitos Encontrados	80
6.3.4	Análise Qualitativa	81
6.4	Avaliação da Ferramenta de Apoio TIMEG	83
6.4.1	Avaliação com o Modelo TAM	83
6.4.2	Avaliação Qualitativa	83

6.5	Considerações Finais	86
7	MELHORIAS E REFINAMENTOS DAS TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS	87
7.1	Introdução do Capítulo	87
7.2	Melhorias e Refinamentos para o Checklist IC-MEG	87
7.3	Melhorias e Refinamentos Para a ferramenta TIMEG	93
7.4	Considerações Finais	94
8	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	96
8.1	Epílogo	96
8.2	Contribuições	97
8.3	Perspectivas Futuras	98
	REFERÊNCIAS	100

1 Introdução

Este capítulo apresenta a introdução a esta pesquisa. Além de uma contextualização do tema, são apresentados a motivação, os objetivos e a metodologia de pesquisa. Também, é apresentada a estrutura e organização desse documento no que se refere ao apoio de equipes de desenvolvimento nas avaliações de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis.

1.1 Contextualização

Os computadores se tornaram cada vez mais presentes em escolas, faculdades e universidades, onde ganharam muita relevância na formação educacional e profissional de muitas pessoas. Ao incorporar computadores nestes ambientes e utilizá-los em conjunto com práticas pedagógicas, eles se tornaram uma ferramenta importante e poderosa no auxílio do aprendizado dos alunos (JUCÁ, 2006). Dentre as várias categorias de dispositivos computacionais como os *desktops* e os *laptops*, um dos mais utilizados são os dispositivos móveis como os *tablets* e os *smartphones* (MOURA, 2009). Os dispositivos móveis possibilitam aos seus usuários a mobilidade, a realização de várias atividades/tarefas em qualquer lugar e momento; além de permitir o acesso à rede internacional de computadores. Dessa forma, os dispositivos móveis vêm se tornando ferramentas atraentes no contexto educacional (BOTTENTUIT, 2012).

Vários autores da área de educação como Tajra (2011) e Papert (1993) sustentam que a computação na educação possibilita potencializar o aprendizado dos alunos, pois esta ferramenta disponibiliza meios lúdicos e prazerosos aos alunos durante o processo de aprendizado. Tendo em vista este cenário, têm sido desenvolvidos vários softwares de cunho educacional para serem utilizados em ambientes de ensino e aprendizagem. Dentre estes, os jogos são amplamente desenvolvidos (BRASIL, 2018). Jogos educacionais digitais são jogos eletrônicos com o foco principal no ensino e não puramente a diversão (MOTTA et al., 2019).

Os jogos educacionais digitais para dispositivos móveis estão se tornando cada vez mais difundidos e amplamente utilizados no auxílio ao processo de aprendizado dos alunos, pois além de (1) permitir que sejam utilizados artifícios lúdicos e imersivos no processo de aprendizagem; e (2) proporcionarem um ambiente que permita aos alunos aprenderem com seus próprios erros; esses jogos também permitem (3) todos os benefícios de mobilidades dos dispositivos móveis (SANCHES; BATISTA; MARCELINO, 2020).

As lojas de aplicativos online (as *Apps Stores*), são oficialmente os lugares onde os jogos educacionais digitais móveis são disponibilizados para o público, conforme o sistema operacional do dispositivo do usuário. Conforme [Harman, Jia e Zhang \(2012\)](#), as *Apps Stores* possuem um lugar específico para que seus usuários possam avaliar os aplicativos dos catálogos. Nestes lugares, os usuários podem publicar avaliações por aplicativos, onde são informados: (a) uma classificação por estrelas (variando de 1 a 5 estrelas); (b) um texto com comentários contendo possíveis problemas, elogios, pontos fortes e fracos, dicas para a comunidades, dentre outros.

Apesar de todos os benefícios que os jogos educacionais digitais e os dispositivos móveis proporcionam no processo de aprendizagem dos alunos, estes softwares ainda apresentam problemas de qualidade. Muitos usuários de jogos educacionais digitais móveis apontam, através de suas avaliações nas lojas de aplicativos online, problemas em vários âmbitos, como: a baixa usabilidade e a falta de funcionalidades dos aplicativos; pouca adesão da proposta e da jogabilidade; além de, dificuldade de suporte e mobilidade das aplicações nos dispositivos móveis dos usuários ([KHALID et al., 2014](#)).

No contexto de qualidade dos softwares, existem algumas opções disponíveis para identificar defeitos, para poderem ser corrigidos e conseqüentemente aumentando a qualidade dos jogos educacionais digitais avaliados. Duas dessas opções são: (1) o Teste de Software ([DELAMARO; JINO; MALDONADO, 2013](#)), esta abordagem consiste em obter o executável do jogo desenvolvido, com pelo menos uma funcionalidade disponível, para poder aplicá-lo em cenários de usos e assim identificar se o jogo possui um comportamento como foi o planejado, caso contrário um defeito é encontrado; e (2) a Revisão de Software ([MELO, 2009](#)), esta abordagem pode ser aplicada ao longo do processo de desenvolvimento do jogo educacional e não somente em executáveis, servindo tanto para revelar como para prever possíveis defeitos com base em diretrizes existentes como também na experiência do revisor.

Na revisão de software, existe a inspeção de software. Esta categoria de revisão possui um processo com atividades e papéis bem definidos. A inspeção utiliza também métodos de leitura formal com diretrizes para nortear a identificação de defeitos em artefatos avaliados. Estas diretrizes, também chamadas de heurísticas, são usados como atributos de qualidades que precisam ser respeitadas para o bom funcionamento do jogo educacional que foi ou está sendo desenvolvido ([FAGAN, 2002](#)). Estas diretrizes são criadas através de experiências passadas no processo de desenvolvimento e podem ser organizadas em forma de itens de verificação. Um conjunto de itens de verificação com o seu texto descritivo curto e objetivo e formato em afirmação ou pergunta é chamado de *checklist* de inspeção ([MELO, 2009](#)).

1.2 Problema e Justificativa

No contexto das insatisfações e problemas que os usuários dos aplicativos podem descrever nos comentários, e da importância dos jogos educacionais digitais móveis na formação dos alunos; essa pesquisa é motivada pela necessidade de tecnologias que possam ser empregadas por equipes de desenvolvimento de softwares que desejem melhorar a qualidade de seus jogos educacionais digitais móveis em relação à inspeção de softwares. Nesse sentido, a questão de pesquisa desse trabalho é:

“Como apoiar equipes de desenvolvimento de software na avaliação de jogos educacionais digitais móveis?”

Alguns esforços iniciais para melhor entender e contornar alguns desses problemas são encontrados na literatura. Estudos como os de [Harman, Jia e Zhang \(2012\)](#), [Pagano e Maalej \(2013\)](#), [Mudambi e Schuff \(2010\)](#) se concentraram em verificar a viabilidade da utilização dos comentários dos usuários para identificar problemas nos aplicativos, identificando características que serviriam de base para identificar possíveis atributos de qualidade. Outros estudos como de [Khalid et al. \(2014\)](#) focaram em localizar de fato alguns problemas, apresentando uma listagem dos principais problemas em aplicativos de variadas categorias, criando para isso uma metodologia bem mais definida. Também outras pesquisas como a de [Fu et al. \(2013\)](#) focaram mais na mineração de dados e no uso de técnicas de aprendizado de máquina sobre os comentários dos usuários; com o objetivo de validação e medição do desempenho destas técnicas.

Apesar de todo esforço, estes estudos não consideraram o contexto dos jogos educacionais digitais móveis. Dessa forma, para justificar a importância da presente pesquisa, foram realizados esforços para entender, identificar e categorizar os principais atributos de qualidade dos jogos educacionais digitais móveis. Adicionalmente, foi relacionado todo o conhecimento adquirido dos comentários com a inspeção de software; pois são herdados os benefícios da inspeção de software. Com a inspeção, além de ser possível ser utilizada em qualquer momento do desenvolvimento do software, o uso da inspeção pode ser considerado menos custosos do que testes para encontrar defeitos, pois pode ser aplicado por qualquer membro da equipe de desenvolvimento e também não precisa de custo de desenvolvimento para a construção de uma versão funcional do software inspecionado. Dessa forma, foi relacionado todo o conhecimento adquirido dos comentários com a inspeção de software para o desenvolvimento de um *checklist* de inspeção específico para jogos educacionais digitais móveis.

Com o desenvolvimento de um *checklist* de inspeção especializado para jogos educacionais digitais móveis, assim como a criação de outras tecnologias que orientem os desenvolvedores e revisores de software durante a avaliação e detecção de defeitos, se

pretende: (a) oferecer apoio e suporte ao processo de avaliação por meio da inspeção de software; (b) fornecer itens específicos para a inspeção de jogos educacionais digitais móveis, para reduzir o tempo gasto com itens não específicos; e (3) proporcionar apoio ferramental ao processo de inspeção de jogos educacionais digitais móveis.

1.3 Objetivo Principal e Específicos

O objetivo principal dessa pesquisa é apoiar equipes de desenvolvimento de jogos educacionais digitais móveis na avaliação dos mesmos por meio da inspeção de software, de modo a auxiliar na melhoria da qualidade dos jogos desenvolvidos. As tecnologias desenvolvidas guiarão as equipes no processo de identificação dos defeitos. Para atingir esse objetivo, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Identificar *checklists* de inspeção existentes que podem ser utilizados no contexto de jogos educacionais digitais móveis e incluí-los no desenvolvimento da abordagem dessa pesquisa.
- Identificar atributos de qualidade presente em comentários de jogos educacionais digitais móveis.
- Criar um *checklist* inicial para a avaliação de jogos educacionais digitais móveis; com itens de verificação baseados em itens presentes nos *checklists* identificados com as informações obtidas dos comentários dos usuários.
- Criar um aparato ferramental, com o *checklist* desenvolvido, para dar apoio às equipes de desenvolvimento de jogos educacionais digitais móveis na inspeção do jogo através de um software.
- Avaliar o desempenho das tecnologias desenvolvidas quanto à eficiência, eficácia, facilidade de uso, utilidade, relevância dos defeitos; identificando oportunidades de melhorias das tecnologias, além de apresentar evidências experimentais visando verificar a sua viabilidade.

Considerando esses objetivos, a abordagem adotada nessa pesquisa foi a criação de um *checklist* de inspeção para jogos educacionais digitais móveis, chamada *Inspection Checklist for Mobile Educational Game* (IC-MEG), um *checklist* que considera itens existentes em outros *checklists*, assim como considera itens provenientes dos comentários dos usuários. A avaliação da versão inicial ocorreu quando foi realizado uma prova de conceito, onde foi avaliado um jogo educacional digital móvel disponível na loja de aplicativos online da *Google*. Em seguida, foi desenvolvida uma ferramenta de suporte, com o *checklist*, para auxiliar na leitura dos itens de checagem, cadastro dos defeitos e

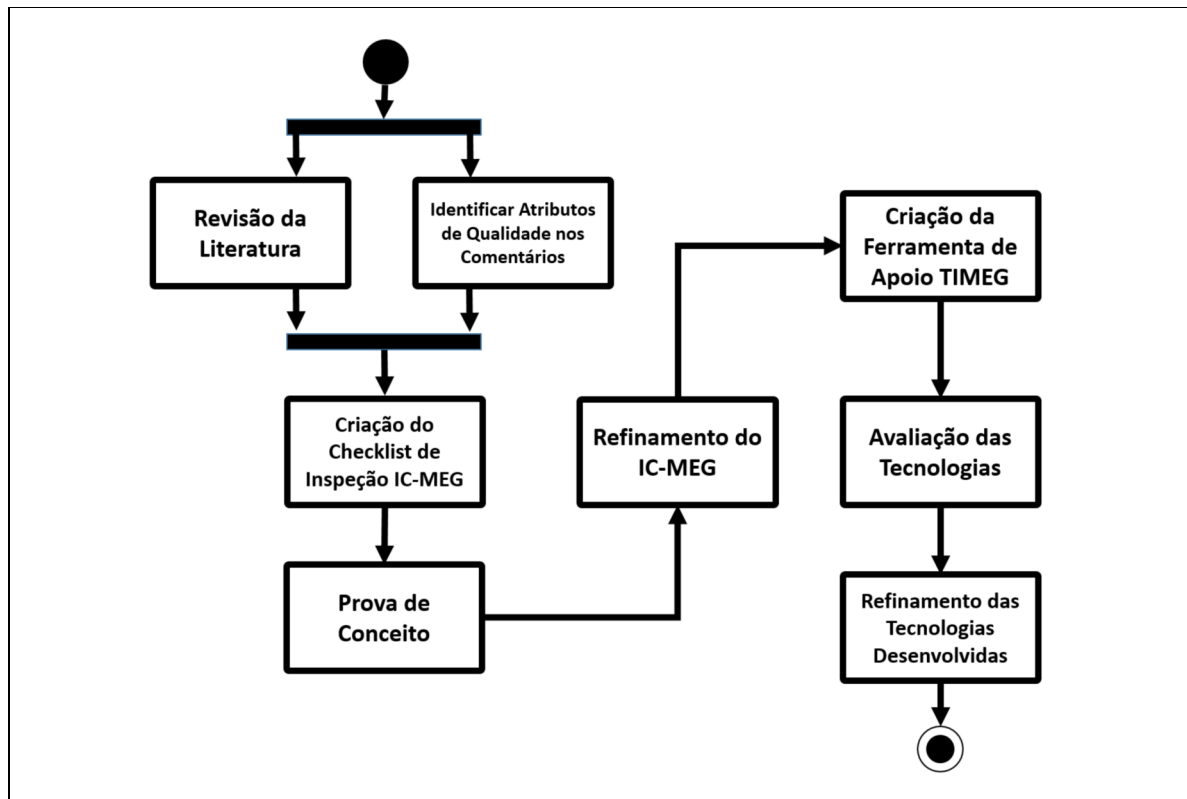
visualização de relatórios com o resultado da inspeção do jogo. A ferramenta se chama *Tool for Checklist Inspection of Mobile Educational Games* (TIMEG). Com a utilização da ferramenta TIMEG com o *checklist* IC-MEG pretende-se apoiar equipes de desenvolvimento de jogos educacionais digitais móveis em identificar, prever e corrigir defeitos no software, possibilitando consequentemente o aumento da qualidade e a aceitação do jogo no mercado. A seguir, na Seção 1.4, é explicada a metodologia para o desenvolvimento, avaliação e melhoria da abordagem IC-MEG e TIMEG.

1.4 Metodologia

A metodologia adotada nessa pesquisa foi baseada seguindo sugestões de [Kalinowski, Spínola e Travassos \(2004\)](#) na área de experimentação em engenharia de software, que sugerem que seja feita uma revisão da literatura e estudos exploratórios iniciais para realizar uma proposta inicial de uma tecnologia para a inspeção de software. Perante o exposto, sugere-se a realização de uma pesquisa com um estudo secundário para a identificação de trabalhos na literatura sobre o assunto. Com base nisso, a Figura 1.1 apresenta a metodologia de pesquisa aplicada para a realização dos objetivos dessa pesquisa. Essa metodologia possui etapas com atividades para o desenvolvimento e refinamento do *checklist* proposto (IC-MEG); desenvolvimento da ferramenta de apoio (TIMEG); e a avaliação experimental das tecnologias desenvolvidas, assim como as melhorias e evoluções dessas tecnologias. A seguir são descritas as atividades de cada etapa da metodologia.

- **Revisão da literatura:** foi realizado um estudo secundário na literatura para reunir informações sobre *checklists* de inspeção ou diretrizes de avaliação aplicáveis a jogos educacionais digitais para dispositivos móveis; o resultado dessa pesquisa literária serviu de base para o desenvolvimento do *checklist* IC-MEG.
- **Identificação de atributos de qualidade dos comentários dos usuários:** nessa etapa foi realizada a identificação de atributos de qualidade presentes nos comentários dos usuários de jogos educacionais digitais móveis. Para isso, foi selecionado um conjunto de jogos educacionais digitais disponíveis na loja de aplicativos online da *Google*; coletando uma amostra de comentários; analisando e categorizando os atributos de qualidade presentes nos comentários.
- **Criação da versão inicial do IC-MEG:** nessa etapa, foi construída a primeira versão do IC-MEG com os itens de checagens inspirados dos itens de checagens dos *checklists* existentes na literatura; e com itens criados através dos atributos de qualidade retirados dos comentários dos usuários.
- **Prova de conceito e refinamento do IC-MEG:** nessa etapa, foi realizada uma avaliação através de uma prova de conceito. Foi utilizado o IC-MEG para avaliar

Figura 1.1 – Metodologia aplicada para o desenvolvimento, avaliação e evolução das tecnologias IC-MEG e TIMEG



dois jogos educacionais digitais móveis presentes na loja de aplicativos online da *Google*. Também foram avaliados os comentários desses jogos para determinar os principais problemas apontados pelos usuários. Os resultados da inspeção com a análise dos comentários foram comparados, apresentando resultados promissores para o IC-MEG.

- **Desenvolvimento da ferramenta TIMEG:** nessa fase da pesquisa, foi desenvolvida a ferramenta de apoio TIMEG para a inspeção dos jogos educacionais digitais móveis; contendo o IC-MEG, e outros *checklists* existentes. As finalidades são: auxiliar o processo de detecção e cadastro de defeitos; visualizar relatórios com informações que podem agregar na avaliação; e gerar relatórios com os resultados das inspeções.
- **Realização do estudo experimental:** nessa etapa, foi realizada uma avaliação através de um estudo experimental para verificar a viabilidade das tecnologias desenvolvidas nessa pesquisa.
- **Finalização da versão final do IC-MEG e TIMEG:** após a coleta dos dados do estudo experimental; essa fase focou em identificar as possíveis melhorias que podem ser aplicadas ao IC-MEG e ao TIMEG. Dessa forma, gerando a versão final das tecnologias desenvolvidas nesta pesquisa.

1.5 Organização do Documento

Esta dissertação de mestrado apresenta as descobertas sobre a inspeção de jogos educacionais digitais móveis; de modo a apoiar equipes que desejem melhorar a qualidade e aceitação de seus projetos. Durante a execução desta pesquisa são mostrados os resultados de cada etapa executada; o restante deste documento está organizado da seguinte forma:

Capítulo 2 - Revisão da literatura: O capítulo discute os resultados da revisão da literatura com o objetivo de identificar *checklists* de inspeção ou diretrizes de avaliação aplicáveis em jogos educacionais digitais móveis. Além disso, o capítulo apresenta uma visão geral sobre alternativas existentes que podem ser aplicadas para a avaliação dos jogos educacionais.

Capítulo 3 - Atributos de Qualidade de Jogos Educacionais Móveis em Revisões dos Usuários: nesse capítulo, o objetivo é identificar atributos de qualidade presentes em comentários dos usuários dos jogos educacionais digitais móveis. Para isso, foi selecionado um conjunto de jogos presentes na loja online *Google Play Store*; também, coletado e analisado os comentários para descobrir os atributos de qualidade.

Capítulo 4 - Criação do *checklist* de inspeção IC-MEG: O capítulo apresenta a criação do conjunto de itens de checagem, com itens advindos dos *checklists* existentes e com os atributos de qualidade dos comentários dos usuários. Além disso, é apresentada uma avaliação através de uma prova de conceito com dois jogos educacionais digitais móveis existentes. Com base nos resultados da prova de conceito, é mostrado um refinamento e evolução dos itens de checagem.

Capítulo 5 - Criação do apoio ferramental TIMEG: O capítulo descreve o desenvolvimento de um software como apoio ferramental, com funcionalidades para: auxiliar a identificação e coleta de defeitos; geração de relatórios utilizando os dados presentes na loja de aplicativos online; e a geração de um relatório com os dados da inspeção.

Capítulo 6 - Avaliação das tecnologias desenvolvidas: O capítulo apresenta o planejamento e execução de um estudo experimental para avaliar o desempenho e a aceitação das tecnologias desenvolvidas nesta pesquisa, ou seja, o IC-MEG e TIMEG. Além de apresentar uma discussão dos resultados obtidos no estudo.

Capítulo 7 - Melhorias e refinamentos das tecnologias desenvolvidas: No capítulo, são apresentadas algumas melhorias e alguns refinamentos para o *checklist* IC-MEG e para a ferramenta TIMEG.

Capítulo 8 - Conclusão e trabalhos futuros: O capítulo apresenta a conclusão desta pesquisa, e as principais contribuições. Além disso, é apresentada uma discussão sobre as perspectivas futuras que podem ser realizadas de modo a continuar esta pesquisa.

2 Revisão da Literatura

Este capítulo apresenta e discute os resultados de um estudo secundário da literatura para identificar atributos de qualidade utilizáveis para a inspeção de jogos educacionais digitais móveis. Tais atributos podem ser utilizados na criação e atualização de checklists de inspeção.

2.1 Introdução do Capítulo

A plataforma móvel possui grande popularidade entre os usuários, oferecendo vários benefícios como: (1) a facilidade de movimentar em um ambiente, visto que os dispositivos não estão presos em um lugar fixo; (2) e facilidade de acesso à internet (CLEMENT, 2019). Com esse rápido crescimento, também aumenta o interesse em estudos relacionados à qualidade dos softwares para dispositivos móveis. Alguns estudos como (VASA et al., 2012; AL-SUBAIHIN et al., 2015) são desenvolvidos sobre as insatisfações dos usuários ao utilizarem esses softwares e no que impactam o sucesso e aceitação dos softwares móveis. Desse modo, esses estudos mostram que existe uma deficiência na qualidade dos softwares móveis. Conforme Rocha, Maldonado e Weber (2001), a qualidade de software consiste em este software poder atender satisfatoriamente um conjunto de características.

Sobre os jogos educacionais digitais móveis, a identificação e a correção de defeitos são essenciais para a melhoria da qualidade do jogo; aumentando consequentemente a aceitação dos alunos quando estes utilizam o jogo. Também, aumentam a competitividade do jogo nas lojas online como *Google Play Store* (VASA et al., 2012). Nesse sentido, heurísticas de avaliação genéricas (que servem para software de qualquer plataforma) podem não priorizar atributos essenciais para a plataforma mobile. Jogos educacionais móveis possuem muitas variáveis que podem ser levadas em consideração para entender o que impacta nas expectativas dos usuários, e essas devem ser tratadas por heurísticas específicas para jogos educacionais de plataformas móveis.

Este capítulo apresenta um estudo secundário na literatura com o objetivo de identificar heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis e quais atributos de qualidade são levados em consideração para a avaliação desse tipo de software. O restante deste capítulo está organizado como se segue: a Seção 2.2 discute alguns trabalhos relacionados a revisões da literatura que apresentam heurísticas de avaliação; a Seção 2.3 apresenta o planejamento do protocolo da revisão da literatura; a Seção 2.4 apresenta a execução da revisão da literatura; a Seção 2.5 apresenta os resultados e uma discussão; e finalmente a Seção 2.6 conclui este capítulo.

2.2 Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados os trabalhos relacionados com a revisão da literatura que apresenta heurísticas de avaliação de softwares. Por exemplo, [Vieira, Silveira e Martins \(2019\)](#) apresentam uma revisão sistemática da literatura sobre heurísticas de avaliação. Ao todo, foram utilizados 93 artigos. Após eliminar artigos duplicados e outras revisões da literatura fora do contexto, os autores identificaram 57 artigos. Aplicando o filtro de leitura de títulos e resumos dos artigos, restaram 12 artigos elegíveis. Destes, apenas 6 foram considerados na revisão geral. Este trabalho apresentou um panorama para avaliações de usabilidade para jogos educacionais. Os artigos considerados nesta revisão apresentaram heurísticas de âmbito genéricas, com heurísticas aplicáveis na avaliação de Usabilidade dos jogos educacionais. Como principais achados dessa pesquisa temos: (1) Há confusão entre os termos “Análise heurística” e “Análise de usabilidade”, os termos são utilizados como sinônimos; isso pode prejudicar nos termos de busca para pesquisa de sobre a usabilidade de jogos educativos; (2) é a falta de pesquisa com heurísticas de avaliações específicas para jogos eletrônicos. As heurísticas apresentadas não consideravam a exclusividade para plataforma móvel, pois são destinados para *desktop*, Web e Console. Dessa forma, esta pesquisa apresenta indícios de que a área de jogos educacionais digitais móveis ainda é pouco explorada em relação à avaliação com heurísticas.

Já o trabalho de [Barbosa, Reolon e Wangenheim \(2017\)](#) apresenta outra revisão sistemática da literatura, que possui o objetivo de listar técnicas que contém heurísticas de avaliação. Neste trabalho foram analisados 1045 artigos. Após a aplicação dos filtros e critérios de inclusão e exclusão, apenas 12 artigos foram considerados, com 7 conjunto de heurísticas (sendo alguns deles reutilizáveis em vários artigos e avaliações). Essa revisão apresenta heurísticas que englobavam atributos como o design das telas, a navegação, o conteúdo, dentre outros. No entanto, esse estudo também descreveu heurísticas genéricas em relação ao tipo de jogos (não para jogos educacionais somente). Também abrange heurísticas para várias plataformas como: web; *desktop* e mobile e não somente mobile. Como principais achados desse estudo estão: (1) em sua maiorias, os artigos encontrados não possuem uma metodologia clara de como avaliar, de quem avaliaria e como seria realizado a avaliação; adicionalmente, não apresentavam ou forneciam *checklist*; indicando uma ótima oportunidade de trabalhos futuros; (2) também, este trabalho afirmou que há uma falta de apresentação da forma como estes conjuntos de heurísticas foram desenvolvidos ou validados, o que pode deixar a validade da maioria dos conjuntos questionáveis.

Os trabalhos relacionados apresentados demonstram que a área das heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais móveis não é muito explorada. Logo, considerando os resultados dos estudos anteriores, se faz necessário um estudo para identificar heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais voltados para dispositivos móveis.

2.3 Planejamento do Protocolo da Revisão

Nessa seção, é descrito o planejamento do protocolo de estudo secundário sobre heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais móveis. Isso inclui: as questões de pesquisa, os termos de busca, as fontes de pesquisa e os critérios de seleção de artigos primários. Nas subseções a seguir são detalhadas as partes desse protocolo.

2.3.1 Questões de Pesquisa

O objetivo dessa revisão é levantar o estado da arte em relação às heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais móveis. Tais metodologias consideram *checklists* de inspeção de software, heurísticas de avaliação e diretrizes de avaliação. A necessidade da realização do presente estudo secundário é justificada pela ausência de um estudo anterior que respondesse à seguinte questão principal **QP**: "*Quais heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais para dispositivos móveis estão disponíveis?*". Também procurou-se responder as seguintes subquestões (SQ):

- **SQ1:** *Quais atributos de qualidade são considerados nas avaliações pelas heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis?*
- **SQ2:** *As heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis foram adaptadas de outras heurísticas?*
- **SQ3:** *As heurísticas de avaliação são adequadamente adaptáveis aos dispositivos móveis?*
- **SQ4:** *As heurísticas de avaliação possuem algum mecanismo de validação dos resultados?*

2.3.2 Termos de Busca

Nessa subseção são apresentados os termos utilizados para montar a *String* de busca. Logo depois de definir a questão e as subquestões de pesquisa, é preciso definir uma *String* de busca que englobasse publicações científicas que tratem de heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis. Com o objetivo de obter um maior número de publicações relevantes para essa revisão da literatura, foram realizadas buscas de ensaio para validar a *String* conforme a questão de pesquisa principal. Então, como resultado, a Tabela 2.1 apresenta as palavras chaves e seus respectivos sinônimos.

Tabela 2.1 – Termos utilizados para a montagem da String de busca

Palavras-chave	Sinônimos
heuristic evaluation	checklist; evaluation; inspection

mobile	app; application; smartphone; tablet; digital
educational game	serious game; learning game; game-based learning

Com base nos termos de busca, a *String* de busca base resultante foi: (*"heuristic evaluation"OR "checklist evaluation"OR "inspection"*) AND (*"mobile"OR "app"OR "application"OR "smartphone"OR "tablet"OR "digital"*) AND (*"serious game"OR "educational game"OR "learning game"OR "game based learning"*). Tal *String* foi utilizada nos motores de busca das bibliotecas digitais, detalhadas a seguir.

2.3.3 Fontes de Busca

Essa revisão sistemática foi limitada a artigos e publicações acessíveis via Portal Capes¹. As publicações analisadas foram retiradas das bibliotecas digitais *Scopus Digital Library* e *IEEE Xplore Digital Library*, essas são bases de dados de computação e conteúdo multidisciplinar. A biblioteca *Scopus* contém a indexação de trabalhos que estão presentes em outras bibliotecas como a *ACM Digital Library*, *Spring Link Digital Library* e *Science Direct Digital Library*, além da própria *IEEE Xplore Digital Library*.

2.3.4 Critérios de Seleção

Os trabalhos considerados nesse levantamento bibliográfico são publicações que passaram por uma revisão por pares, publicados em eventos científicos e/ou periódicos. Para que fossem selecionadas as publicações com maior representatividade que respondam às questões de pesquisas desta revisão, foram definidos os seguintes critérios para incluir ou excluir uma publicação.

Critérios de inclusão (CI) (Todos precisam ser atendidos):

- **CI1:** O artigo apresenta heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis.
- **CI2:** A publicação descreve a avaliação de jogos educacionais digitais.
- **CI3:** A publicação descreve avaliações no contexto móvel.

Critérios de exclusão (CE):

- **CE1:** A publicação não apresenta de forma clara o processo da metodologia de avaliação.

¹ <www.periodicos.capes.gov.br> O Portal Capes, mantido pelo Governo Federal Brasileiro, concede acesso a publicações científicas presentes em grandes bibliotecas digitais científicas privadas.

- **CE2:** A publicação apenas cita as heurísticas de avaliação.

Com o objetivo de facilitar a etapa de execução da revisão, foi feito um formulário de extração de dados, apresentado na Tabela 2.2, que foi utilizado para conduzir a seleção dos artigos para a pesquisa. O formulário possui perguntas e suas respectivas descrições, conforme sugerido por Cabrejos, Viana e Santos (2018). O formulário de extração é utilizado para auxiliar a análise das informações vindas das publicações que serão consideradas no resultado final.

Tabela 2.2 – Formulário de extração

Campos	Descrições
Nome	Escrever o nome do conjunto de heurísticas de avaliação como descrito no artigo
Atributos de qualidade	Escrever quais atributos de qualidade são considerados pela metodologia ao realizar as avaliações
Processo de Avaliação	Escrever a metodologia para realizar a avaliação, por exemplo: se é uma heurística ou <i>checklist</i> .
Validação	Escrever se a metodologia possui algum tipo de validação dos resultados

2.4 Execução da Revisão

A obtenção dos artigos dessa pesquisa se sucedeu executando a *String* de busca nos motores de busca das bibliotecas digitais da *Scopus* e *IEEE* no período de Janeiro a Fevereiro de 2020, a *String* retornou ao todo 45 publicações. A relação completa da quantidade de artigos está contida na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Relação da quantidade de artigos

Biblioteca	Qtd. Geral	Filtro 1	Filtro 2
Scopus	41	21	2
IEEE	4	1	0

Os 45 artigos retornados passaram por um primeiro filtro, onde ocorreu a leitura de apenas o título e o resumo de cada publicação. Conforme os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, foram eliminadas ou incluídas as publicações ao conjunto de artigos considerados no estudo. Logo após desse primeiro filtro, 22 publicações restaram como sendo potenciais candidatas com conteúdo relevante para a extração das informações; e cada uma destas foi lida completamente.

Conforme o processo de leitura ocorria, foi percebido que algumas das publicações não apresentavam heurísticas de avaliação de aplicativos móveis específicas para jogos educacionais digitais móveis. Alguns artigos mencionavam que ocorreriam validações com jogos educacionais como trabalhos futuros. Por outro lado, outros artigos apresentavam heurísticas de avaliação em outros contextos como web ou *desktop*. Desta forma, foram descartados alguns artigos, ainda conforme os critérios de inclusão e exclusão. Ao todo, 2 publicações foram selecionadas com conteúdo relevante e que atendiam os critérios de seleção.

2.5 Resultados e Discussão

Foram encontrados 2 conjuntos de heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais que podem ser aplicados em dispositivos móveis, são estes: (1) o mGBL de [Zaibon e Shiratuddin \(2010\)](#); e (2) PHEG de [Mohamed, Jaafar et al. \(2010\)](#).

A Tabela 2.4 mostra a lista dos conjuntos de heurísticas de avaliação de softwares móveis destinados a jogos educacionais digitais móveis, tendo nessa tabela: (1) o nome do conjunto de heurísticas apresentadas nos artigos, (2) os atributos de qualidade que são considerados na avaliação, (3) a forma de avaliação que é utilizada; (4) o tipo da proposta da metodologia, sendo uma nova ou adaptada de outra fonte e (5) se é feito algum tipo de validação de resultados, respectivamente. Ao todo, foram identificadas 2 conjuntos de heurísticas de avaliação até Fevereiro de 2020. A seguir serão discutidas as questões de pesquisa da revisão da literatura, conforme os resultados obtidos.

Tabela 2.4 – Tabela de extração

Nome	Atributos de qualidade	Como é a avaliação	Adaptado de ...	É válido?
mGBL	Pedagogia, Usabilidade, Mobilidade e Gameplay	Avaliação heurística	Nielsen e Molich	Sim, Entrevista
PHEG	Conteúdo, Interface, Jogabilidade, Multimídia e Pedagogia	Avaliação heurística	Nielsen e Molich Korhonen	Não

2.5.1 QP: Quais heurísticas de avaliação para jogos educacionais digitais para dispositivos móveis estão disponíveis?

Os dois conjuntos de heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis que foram identificados após o processo da revisão sistemática da literatura foram:

O **mGBL** (*mobile Game-Based Learning*) é um conjunto de 27 diretrizes de avaliação de jogos educacionais mobiles. Os conceitos utilizados são fundamentados na teoria pedagógica, ajustadas às capacidades técnicas dos telefones celulares. O mGBL organiza-se em 4 grupos de heurísticas para avaliar: (1) a Usabilidade, (2) a Mobilidade, (3) a *Game Play* e (4) a Pedagogia. São heurísticas que são utilizadas pelos usuários sobre monitoração de um pesquisador.

Já o **PHEG** (*Playability Heuristics Evaluation for Educational Games*) é um conjunto de 34 heurísticas de avaliação de jogabilidade para jogos de educação. Ele traz um compilado de heurísticas de outros autores, organizados em cinco grupos; heurísticas que avaliam: (1) o Conteúdo, (2) a Interface, (3) a Jogabilidade, (4) a Multimídia e (5) a Pedagogia. Além de servir para avaliar jogos da plataforma *desktop* e Web, o autor afirma que o PHEG também pode ser utilizado para jogos no contexto móvel.

A seguir foi realizada uma comparação entre as heurísticas de avaliação dos dois conjuntos de heurísticas identificadas com o objetivo de entender as correspondências entre elas. Desse modo, a Tabela 2.5 apresenta todas as heurísticas identificadas. As heurísticas estão organizadas pelas categorias de atributos de qualidade (coluna Cat.), onde: UI é interface do usuário/usabilidade; PE é o atributo da Pedagogia; CO é o atributo do Conteúdo do jogo; MM é a Multimídia; JO é a jogabilidade ou *Game Play* do jogo; e MO é o atributo de Mobilidade dos jogos. Na coluna de Heurísticas, da Tabela 2.5, os itens estão descritos com o nome do conjunto das heurísticas, seguidos do número de identificação, e um texto com a descrição da heurística. As duas últimas colunas servem para dizer de qual conjunto de heurísticas são os itens da tabela.

Quando uma linha da tabela possui as duas últimas colunas marcadas, significa que foi encontrada uma correspondência. Após a comparação, percebeu-se a existência de 7 correspondências entre os conjuntos PHEG e mGBL. Por exemplo, a heurística do PHEG: "*Maximiza a consistência e corresponde aos padrões*", e a heurística do mGBL: "*As teclas de controle são consistentes e seguem as convenções padrões*" estão se referindo as mesmas coisas: verificam se o jogo possui consistência na interface e controles além de verificar se este segue as conversões padrões.

Tabela 2.5 – Heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis

Cat.	Heurísticas	PHEG	mGBL
UI	PHEG.02. Maximiza a consistência e corresponde aos padrões. mGBL.05. As teclas de controle são consistentes e seguem as convenções padrão.	X	X
UI	PHEG.01. Usa design estético e minimalista. mGBL.02. O layout da tela é eficiente e visualmente agradável.	X	X
UI	PHEG.03. Os usos do espaço, cor e texto estão de acordo com os princípios do design da tela.	X	
UI	PHEG.04. Os usos de texto, cor e fonte seguem os princípios de legibilidade.	X	
UI	PHEG.05. A qualidade dos elementos multimídia (texto, imagem, animação, vídeo e som) utilizados é aceitável.	X	
UI	PHEG.06. O uso de elementos multimídia suporta significativamente o texto fornecido.	X	
UI	PHEG.07. A integração dos meios de apresentação é bem coordenada.	X	
UI	PHEG.08. O uso de elementos multimídia aprimora a apresentação das informações.	X	
UI	PHEG.09. A interatividade do material didático é adequada ao nível dos estudantes/alunos.	X	
UI	PHEG.10. Fornecer chave específica e auto identificada para tarefa específica (saída, glossário, principal, objetivo).	X	
UI	mGBL.01. O jogo suporta representação audiovisual.		X
UI	mGBL.03. A interface do dispositivo e a interface do jogo são usadas para seus próprios fins.		X
UI	mGBL.04. A navegação é consistente, lógica e minimalista.		X
UI	mGBL.06. Os controles do jogo são convenientes e flexíveis.		X
UI	mGBL.07. O jogo dá feedback sobre as ações do jogador.		X
UI	mGBL.08. O jogador não pode cometer erros irreversíveis.		X
UI	mGBL.09. O jogador não precisa memorizar coisas desnecessariamente.		X
UI	mGBL.10. O jogo contém ajuda.		X
PE	PHEG.12. As atividades são interessantes e envolventes.	X	
PE	PHEG.13. O design e o conteúdo são confiáveis e comprovados.	X	
PE	PHEG.14. Pode ser usado como ferramentas de aprendizado autodirigidas.	X	

Tabela 2.5 – Continuação da página anterior

Cat.	Heurísticas	PHEG	mGBL
PE	PHEG.15. Suporte para habilidades de autoaprendizagem.	X	
PE	PHEG.16. Meio para aprender fazendo.	X	
PE	PHEG.17. Considera as diferenças individuais.	X	
PE	PHEG.18. O desempenho deve ser baseado em resultados.	X	
PE	PHEG.19. Oferece a capacidade de selecionar o nível de dificuldade nos jogos.	X	
PE	PHEG.20. Capacidade do jogador trabalhar no seu próprio ritmo.	X	
PE	mGBL.25. O jogo fornece conteúdo de aprendizagem.		X
PE	PHEG.22. Estrutura clara e compreensível do conteúdo. mGBL.27. O conteúdo é compreensível.	X	X
PE	mGBL.24. O conteúdo pode ser aprendido facilmente.		X
PE	mGBL.26. O objetivo de aprendizagem do jogo é alcançado.		X
CO	PHEG.21. Conteúdo confiável com fluxo correto.	X	
CO	PHEG.23. A navegação é fácil e precisa.	X	
CO	PHEG.24. Os materiais de apoio são suficientes e relevantes.	X	
CO	PHEG.25. Os materiais são interessantes e envolventes.	X	
MM	PHEG.26. O uso de elementos multimídia é aceitável.	X	
MM	PHEG.27. A combinação de elementos multimídia é adequada.	X	
MM	PHEG.28. A apresentação de elementos multimídia é bem gerenciada.	X	
MM	PHEG.29. Adequação dos elementos multimídia para uso específico.	X	
JO	PHEG.30. O desafio fornecido é de acordo com o padrão do usuário.	X	
JO	PHEG.31. Usuários são capazes de estratégias.	X	
JO	PHEG.32. O ritmo do jogo está em equilíbrio. mGBL.18. Desafio, estratégia e ritmo estão em equilíbrio.	X	X
JO	PHEG.33. Jogadores são capazes de controlar o jogo. mGBL.17. O jogador está no controle.	X	X
JO	PHEG.34. Jogadores são capazes de conhecer o progresso do jogo. mGBL.15. O jogador vê o progresso no jogo e pode comparar.	X	X
JO	mGBL.16. Os jogadores são recompensados e as recompensas são significativas.		X

Tabela 2.5 – Continuação da página anterior

Cat.	Heurísticas	PHEG	mGBL
JO	mGBL.19. A primeira experiência é encorajadora.		X
JO	mGBL.20. A história do jogo suporta a jogabilidade e é significativa.		X
JO	mGBL.21. Não há tarefas repetitivas ou chatas.		X
JO	mGBL.22. O jogo não fica estagnado.		X
JO	mGBL.23. A jogabilidade do jogo é consistente.		X
JO	PHEG.11. Objetivos claros e com metas de aprendizado. mGBL.14. O jogo fornece objetivos claros.	X	X
MO	mGBL.11. As sessões do jogo podem ser iniciadas rapidamente.		X
MO	mGBL.12. O jogo acomoda com os arredores. (Bordas da tela do dispositivo).		X
MO	mGBL.13. As interrupções são tratadas razoavelmente.		X

2.5.2 SQ1: Quais Atributos de Qualidade são Considerados nas Avaliações pelas Heurísticas de Avaliação de Jogos Educacionais Digitais Móveis?

Ainda conforme os resultados da Tabela 2.4, as heurísticas de avaliação utilizam um conjunto de atributos de qualidade que são considerados nas avaliações. Pode-se perceber que a categoria de Pedagogia, é utilizada por ambos os conjuntos de heurísticas de avaliação. Eles também compartilham o atributo de qualidade sobre a jogabilidade do usuário, só que no mGBL a Jogabilidade é descrita como *Gameplay*.

Similarmente, o atributo de qualidade de Usabilidade, descrito pelo PHEG e a Interface descrito pelo mGBL referem-se às mesmas coisas. A Usabilidade do PHEG, e Interface do mGBL possuem algumas diretrizes vindas do trabalho de [Nielsen e Molich \(1990\)](#), que propõe uma metodologia focada na usabilidade.

Por outro lado, esses conjuntos de heurísticas possuem atributos de qualidade particulares. O PHEG possui o atributo de Multimídia, que trata da verificação das mídias dentro do jogo como animações, vídeos, imagens e textos. Já o mGBL possui o atributo de Mobilidade, que trata da verificação específica de algumas características dos dispositivos móveis como o tratamento de interrupções, sessões, dentre outros.

2.5.3 SQ2: As Heurísticas de Avaliação de Jogos Educacionais Digitais Móveis Foram Adaptadas de Outras Heurísticas?

Os resultados da tabela de extração na Tabela 2.4 demonstram que todas as técnicas apresentam as diretrizes que podem ser utilizadas por meio de avaliação heurística. Essas metodologias são propostas baseadas de outros autores como Korhonen e Koivisto (2006) para o PHEG. No entanto, majoritariamente são descendentes das heurísticas de Nielsen e Molich (1990). Esse resultado demonstra que as heurísticas de Nielsen são fortemente usadas pela comunidade, tornando a si parte do estado da arte para essas avaliações. Nenhum destes conjuntos de heurísticas apresentou outra forma de avaliação, explícita pelos autores, como a existência de uma forma de leitura formal como *checklists* de inspeção.

2.5.4 SQ3: As Heurísticas de Avaliação são Adequadamente Adaptáveis aos Dispositivos Móveis?

Todas as heurísticas encontradas na revisão da literatura são aplicáveis a dispositivos móveis. No entanto, algumas não são destinadas exclusivamente para dispositivos móveis. O conjunto de heurísticas PHEG possui diretrizes genéricas também. Essas heurísticas são de âmbito geral, podendo ser usadas tanto para software mobile quanto para software web, *desktop* e consoles. Tais plataformas possuem particularidades que podem não ser totalmente cobertas por uma heurística geral. O mGBL possui diretrizes destinadas exclusivamente para as particularidades dos dispositivos móveis.

2.5.5 SQ4: As Heurísticas de Avaliação Possuem Algum Mecanismo de Validação dos Resultados?

Finalizando as subquestões de pesquisa, com base na Tabela 2.4, foi percebido que só o mGBL possui uma descrição de que existiu um mecanismo de validação dos resultados. Esse mecanismo consistiu em entrevistas, que ocorreram com os jogadores após utilizarem os jogos educacionais digitais móveis; essas entrevistas serviram para comparar a opinião dos usuários com o resultado da aplicação das heurísticas.

Este resultado demonstra uma fragilidade dos conjuntos de heurísticas propostos enquanto à validação de dados, indicando novas oportunidades de estudos para melhorias.

2.6 Conclusão

Neste capítulo foi realizado um levantamento bibliográfico em relação às heurísticas de avaliação de jogos educacionais digitais móveis. Foram encontrados 2 artigos relevantes

para os propósitos dessa pesquisa. Estes trabalhos apresentavam heurísticas ou diretrizes adaptadas de outros autores, e cada um possui algumas diretrizes herdadas das heurísticas de [Nielsen e Molich \(1990\)](#).

Foi percebido que apenas um conjunto de heurísticas, o mGBL, apresentava uma metodologia de validação das heurísticas comparando-as com entrevistas dos jogadores dos jogos. O PHEG não descreve uma validação dos itens, indicando uma certa deficiência. Também, nenhuma das técnicas apresentava explicitamente *checklists*, ou seja, uma metodologia de leitura formal que deve ser seguida na revisão.

Sendo assim, percebeu-se uma necessidade do desenvolvimento de um conjunto de heurísticas, organizadas na forma de *checklist* de avaliação de jogos educacionais digitais, para auxiliar na melhoria da qualidade de novos jogos educacionais digitais desenvolvidos posteriormente; além de que há uma necessidade ainda maior se esses jogos forem para dispositivos móveis.

3 Atributos de Qualidade de Jogos Educacionais Móveis em Revisões dos Usuários

Este capítulo apresenta a metodologia de análise de comentários, adotada para extrair atributos de qualidade das revisões dos usuários dos jogos educacionais digitais móveis, assim como a execução de mesma. Com os resultados obtidos desta análise de comentários, é possível incorporá-los aos itens de avaliação existentes.

3.1 Introdução do Capítulo

Após identificar atributos de qualidade (apresentados no Capítulo 2) que podem ser utilizados para avaliar jogos educacionais digitais móveis; neste capítulo, o objetivo principal é identificar novos atributos de qualidade por meio dos comentários dos usuários. Conforme [Harman, Jia e Zhang \(2012\)](#), os comentários dos usuários do aplicativos móveis podem auxiliar equipes de desenvolvimento a encontrar problemas em seus software; tais comentários podem ser trabalhados para identificar possíveis atributos de qualidade que ajudariam na qualidade dos softwares desenvolvidos. Também, segundo [Mohamed, Jaafar et al. \(2010\)](#), o conjunto de atributos de qualidade avaliados nas técnicas de inspeção depende do objetivo de avaliação da técnica. Portanto, alguns atributos que podem ser considerados relevantes para os usuários finais podem não estar presentes em uma técnica de inspeção, dependendo do seu contexto de avaliação. Entender os atributos de qualidade que, do ponto de vista dos usuários, levam ao sucesso ou ao fracasso dos jogos educacionais digitais móveis é importante para que as equipes de desenvolvimento possam aumentar a aceitação e competitividade deste tipo de sistemas no mercado ([ROCHA; BITTENCOURT; ISOTANI, 2015](#)). Dessa forma, se faz necessário uma análise de comentários dos usuários para que seja encontrados atributos de qualidade específicos para jogos educacionais digitais móveis; para que possam ser incorporadas aos atributos existentes deixando mais completos.

No contexto de qualidade de sistemas computacionais móveis, um dos primeiros passos para a compreensão dos aspectos positivos ou negativos de um aplicativo é saber as opiniões dos usuários sobre o sistema ([KHALID et al., 2014](#)). Consequentemente, as lojas de aplicativos costumam disponibilizar uma área de avaliação, onde os usuários podem avaliar e comentar sobre o uso de um aplicativo, permitindo mensurar o seu sucesso ([MUDAMBI; SCHUFF, 2010](#)). Vários trabalhos como ([FU et al., 2013](#); [PAGANO;](#)

MAALEJ, 2013; KHALID et al., 2014), vêm sendo realizados para analisar dados em lojas de aplicativos, que identificam fatores que impactam na qualidade do uso dos aplicativos móveis. No entanto, essas pesquisas são de âmbito geral e não focam em uma categoria específica de aplicativos como jogos educacionais digitais, o que dificulta entender os atributos de qualidade de maior relevância para um tipo específico de aplicativo. Além disso, os atributos de qualidade identificados nestes trabalhos não são contrastados com os atributos listados em conjuntos de heurísticas de avaliação existentes. A comparação dos atributos de qualidade, do ponto de vista dos usuários, com os atributos avaliados pelas heurísticas de *checklists* de inspeção pode permitir a identificação de lacunas nas abordagens existentes, além de sugerir uma prioridade na verificação de atributos de qualidade específicos das técnicas.

Considerando o exposto, nesse capítulo, são comparados os atributos de qualidade das heurísticas de inspeção específicas para jogos educacionais digitais no contexto móvel com os atributos de qualidade identificados a partir da análise de comentários de jogos educacionais existentes. Foram consideradas as técnicas mGBL (ZAIBON; SHIRATUDDIN, 2010) e PHEG (MOHAMED; JAAFAR et al., 2010) próprias para a avaliação de jogos educacionais digitais no contexto móvel.

Para a análise de comentários, foi seguido o processo sistemático de coleta e análise de dados sugerido por Khalid et al. (2014), analisando 3445 comentários obtidos de 10 jogos educacionais digitais móveis da loja de aplicativos online *Google Play Store*, permitindo a identificação e categorização dos atributos que impactam na qualidade de uso dos jogos educacionais digitais móveis.

O restante desse capítulo está organizado como se segue. A Seção 3.2 discute alguns trabalhos relacionados a identificação de atributos de qualidade dos comentários dos usuários; a Seção 3.3 apresenta a metodologia aplicada para a identificação de atributos de qualidade, descrevendo as atividades de seleção de aplicativos, e as atividades de coleta e análise de comentários; a Seção 3.4 apresenta a lista de atributos identificados resultantes da metodologia aplicada; e finalmente a Seção 3.5 conclui esse capítulo.

3.2 Trabalhos Relacionados

Segundo Harman, Jia e Zhang (2012), um usuário de aplicativo móvel tem maior tendência de realizar uma avaliação quando está muito satisfeito ou insatisfeito. Logo, podem ser identificados quais atributos afetam a qualidade de uso de um aplicativo a partir dos comentários positivos ou negativos postados nas avaliações dos usuários. Nesse contexto, vários trabalhos estão sendo realizados para analisar dados em lojas de aplicativos com o objetivo de auxiliar profissionais de computação no processo de desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos *feedbacks* dos usuários (PANICHELLA et al., 2015). A

seguir, são descritos alguns destes trabalhos.

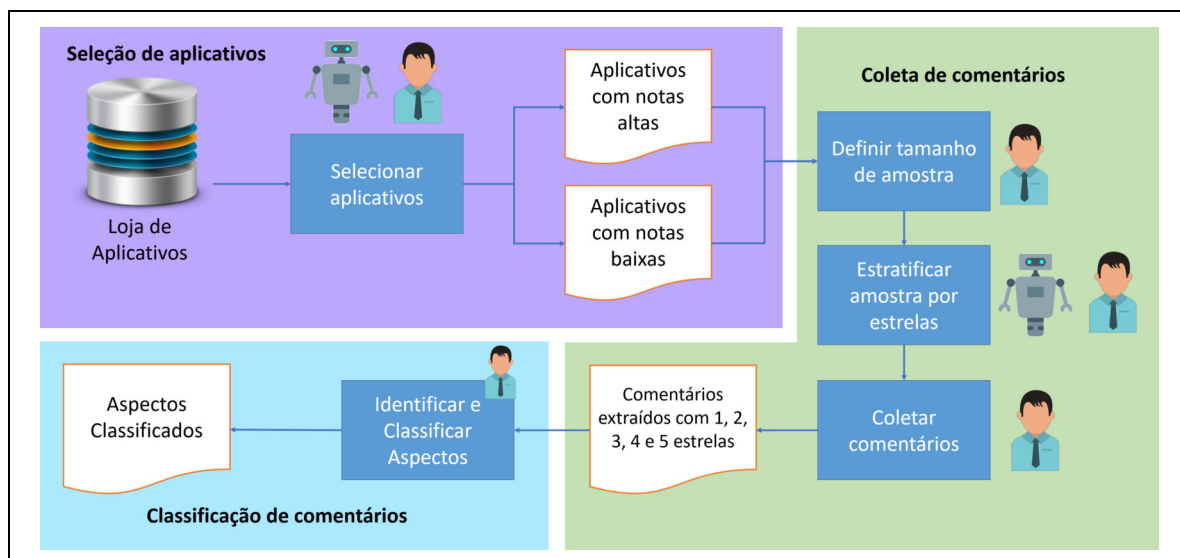
Na pesquisa de [Pagano e Maalej \(2013\)](#) foi realizada uma análise manual de comentários na loja *Apple App Store* com o intuito de entender o impacto dos comentários dos usuários na popularidade de um aplicativo. Com essa pesquisa foram identificados comentários, variando de insultos a avaliações construtivas. No entanto, não foi apresentada uma categorização das reclamações. Por sua vez, [Khalid et al. \(2014\)](#) categorizaram comentários negativos para entender os principais problemas que geram insatisfação nos usuários. Para isso, os autores analisaram manualmente 6390 comentários da *Apple App Store* e identificaram 13 tipos de categorias de problemas ordenando-os por ordem de ocorrência para indicar as principais reclamações. Em outra pesquisa, [Panichella et al. \(2015\)](#) analisaram comentários para auxiliar na manutenção e evolução de aplicativos móveis. Para isso foram utilizados 3 tipos de técnicas: (1) análise textual, (2) processamento de linguagem natural e (3) análise de sentimentos. O objetivo foi analisar o impacto da combinação de técnicas no resultado da classificação.

Embora haja um aumento no número de pesquisas relacionadas à análise de comentários em lojas de aplicativos online, os trabalhos encontrados focam apenas nas reclamações dos usuários e não analisam os comentários visando identificar atributos de qualidade apontados em comentários positivos. Além disso, algumas pesquisas focam mais no desempenho de técnicas de mineração e classificação em vez dos resultados relacionados aos tipos de problemas e atributos de qualidade identificados nos aplicativos. Por fim, os autores deste trabalho não identificaram pesquisas em que seja feita uma análise dos comentários para aplicativos móveis da categoria jogos educacionais digitais. Desse modo, é necessário que novas pesquisas enfoquem nos aspectos específicos que impactam positiva ou negativamente na experiência de uso dos jogos educacionais móveis, além de relacionar estes atributos com as técnicas existentes, visando fornecer um conjunto de atributos mais completo que permita direcionar equipes de desenvolvimento na criação de jogos educacionais digital móveis. A seguir, é apresentado o processo de coleta e análise dos comentários proposto nesse trabalho que visa suprir esta necessidade.

3.3 Coleta e Análise dos Comentários

O processo de coleta e análise dos comentários para a identificação de atributos de qualidade em jogos educacionais digitais móveis (sejam eles positivos ou negativos) foi dividido em 3 etapas distintas inspirado pelo processo descrito por [Khalid et al. \(2014\)](#): (1) seleção dos aplicativos, (2) coleta dos comentários e (3) análise dos comentários. Essas etapas são apresentadas pela Figura 3.1 e descritas nas subseções seguintes.

Figura 3.1 – Etapas do processo de seleção, coleta e análise de comentários



Fonte: acervo do autor

3.3.1 Seleção de Aplicativos

A seleção dos aplicativos teve o objetivo de escolher dez jogos educacionais digitais móveis para a análise. No trabalho de (KHALID et al., 2014), os autores escolheram aplicativos de categorias distintas, pois o objetivo era ter uma visão geral dos aplicativos móveis. No contexto dessa pesquisa, foram escolhidos apenas aplicativos da categoria de jogos educacionais digitais móveis para ter uma visão geral com relação a esta categoria. A escolha foi feita com base no ranking da loja de aplicativos *Google Play Store*, onde dos 500 jogos obtidos, foram escolhidos: 5 jogos educacionais digitais móveis classificados como bons, que tenham média de classificação superior a 3,5 estrelas (escala variando de 1 a 5 na loja); e outros 5 jogos educacionais digitais móveis classificados como ruins, que tenham média inferior ou igual a 3,5; lembrando que foram utilizados os critérios de seleção de Khalid et al. (2014). A loja de aplicativos *Google Play Store* foi escolhida em virtude dela ser uma das principais lojas de aplicativos. Além disso, todos os jogos selecionados deveriam ter mais de 1000 avaliações de usuário para aumentar a variabilidade de comentários e aspectos relatados. A seleção considerando a classificação por número de estrelas teve o objetivo de permitir encontrar atributos positivos e negativos nos comentários, pois foram considerados jogos classificados como bons ou ruins do ponto de vista dos usuários.

3.3.2 Coleta de Comentários

A etapa de coleta dos comentários teve o objetivo de extrair os comentários em si. Considerando que um aplicativo pode ter uma quantidade muito alta de comentários, com o objetivo de viabilizar a coleta e a análise, foi definida uma amostra estatística utilizando

a ferramenta *Sample Size Calculator*¹ da *Creative Research Systems* considerando 95% de intervalo de confiança e 5% de margem de erro para cada aplicativo. Além disso, cada amostra foi estratificada garantindo a proporção de número de comentários considerados na avaliação do usuário, aumentando assim sua representatividade. Por exemplo, se um jogo tivesse um total de 1000 comentários e destes, 22,5% representassem comentários com avaliação do jogo de 1 estrela; na amostra, o total de comentários com avaliação de 1 estrela também deveria ser de 22,5%. Vale ressaltar também que a coleta dos comentários ocorreu de forma aleatória para garantir maior validade estatística.

3.3.3 Análise dos Comentários

A etapa de análise dos comentários teve o objetivo de identificar os atributos de qualidade que impactavam positiva ou negativamente na avaliação de um jogo educacional móvel. Para a identificação dos atributos de qualidade, foi seguido os passos definidos pelo [Khalid et al. \(2014\)](#) para a análise de comentários, por apresentar a melhor descrição de como definir os atributos nos comentários dos usuários. A Figura 3.2 descreve o passo a passo desse processo de análise de comentários. Os textos dos comentários das avaliações foram lidos e classificados em atributos. Caso um comentário possuísse associação com mais de um atributo, ele era categorizado com todos os que possui associação. Vale ressaltar que os atributos citados pelos os usuários podem ser informados como sendo positivo ou negativo e isto não impede sua classificação. Por exemplo, um usuário U01 pode informar no seu comentário: “*A jogabilidade É Boa! ... E Os Controles São Caprichados ...*” enquanto um outro usuário U02 pode informar: “*controles horríveis, você acha que tá apertando e os botões não vão. A ideia do jogo é ótima, mas tem que melhorar...*”. Nesse contexto, ambos os usuários fizeram comentários quanto aos controles, informando que em um jogo, os controles foram bons e no outro não, respectivamente. Consequentemente, estes comentários foram classificados dentro do mesmo atributo e este último foi descrito de forma a deixar claro o que é esperado do jogo. Neste exemplo, o atributo relacionado a “Controles do Jogo” foi descrito como: “Os controles do jogo são de fácil uso e flexíveis” (ver Tabela 3.2 - A09). Além disso, a classificação foi revisada por outros dois pesquisadores para reduzir a quantidade de inconsistências ou classificações erradas.

3.4 Resultados

Foram coletados 3445 comentários de 10 jogos educacionais digitais móveis presente na loja *Google Play Store* com dados extraídos no segundo semestre de 2019. A Tabela 3.1 apresenta os aplicativos selecionados, a amostra e a distribuição dos comentários que foram extraídos para a análise.

¹ <<https://www.surveysystem.com/sscalc.htm>>

Figura 3.2 – Processo seguido na classificação de comentários

```

Entrada 1 = todos os comentários (contendo seu conteúdo)
Entrada 2 = lista de atributos de qualidade (iniciando vazias)

Para cada comentário: Manualmente examinar o conteúdo
  Se o conteúdo do comentário pertence a item já listado:
    Categoriza o comentário com esse item.
  Se não:
    Adicione um novo item na lista.
    Categoriza o comentário com esse novo item.

Saída 1 = nova lista das categorias.
Saída 2 = comentários classificados considerando as saídas 1

```

Fonte: acervo do autor

Após o processo de análise de comentários, foram identificados 26 atributos de qualidade (ver Tabela 3.2 de A01 à A26) que impactaram no uso dos jogos educacionais digitais móveis. Na análise, os cinco atributos com maior frequência que devem ser considerados pelos desenvolvedores para aumentar a aceitação de jogos educacionais móveis são: (1) disponibilizar uma maior variedade de fases aos usuário; (2) as compras que eventualmente podem ter nos aplicativos, devem ser moderadas, pois compras que servem para desbloquear as fases causam frustrações aos usuários (no entanto, quando todas as fases são desbloqueadas, as compras que servem para auxiliar ou facilitar a realização das fases são bem aceitas); (3) jogos com propagandas invasivas (que atrapalham a jogabilidade) e com alta frequência não são recomendadas, pois também deixam os usuários frustrados; (4) é necessário evitar que o jogo possuam muitos travamentos nos dispositivos dos usuários; e (5) manter uma mecânica de jogo variada pode evitar repetições, fadiga ou desinteresse nos usuários do jogo.

Cada um dos atributos da análise de comentários foi comparado com os atributos dos *checklists* mGBL e do PHEG, encontrados na revisão da literatura. A Tabela 3.2 apresenta a junção de todos os atributos identificados ordenando-os pela frequência de citação nos comentários analisados. Ou seja, se um atributo possui frequência 10,60%, isto indica que 10,60% dos comentários analisados falavam sobre ele de alguma forma. Já atributos sem a frequência descrita na tabela foram citados apenas pelas técnicas de inspeção, não pelos comentários. Vale evidenciar que ao somar todas as frequências descritas na Tabela 3.2 não terá o valor de 100%, pois foi removido a porcentagem de comentários que tiveram uma classificação neutra (sem que tenha algum atributo de qualidade). Vale ressaltar que em 66,44% dos comentários analisados foram neutros, não foram encontrados atributos de qualidade, pois os usuários não reportaram o que fez com que eles indicassem uma avaliação positiva ou negativa. Como exemplos tem-se: “*é muito legal*”; “*Vale a pena baixar, ótimo minha filha ama!*”, entre outros; também, alguns comentários foram classificados em mais de um atributo de qualidade (resultando em um

Tabela 3.1 – Distribuição dos dados coletados dos jogos educacionais móveis selecionados

	Nome do Jogo	Total de Avaliações do Jogo	Quantidade de comentários por estrela					Total da Amostra
			1 estrela	2 estrelas	3 estrelas	4 estrelas	5 estrelas	
Superior (3.5 estrelas)	Masha and the Bear. Educational Games	106K	8.03%	2.19%	6.57%	10.20%	72.90%	383
			31	8	25	39	280	
	Toca Kitchen 2	1.173K	6.15%	1.54%	5.38%	10.00%	76.90%	384
			24	6	21	38	295	
	LEGO® Juniors Create & Cruise	735K	11.30%	4.67%	7.33%	10.00%	66.60%	384
			44	18	28	38	256	
Inferior (= 3.5 estrelas)	Baby care	24K	10.40%	2.78%	7.64%	9.72%	69.40%	378
			39	11	29	37	262	
	Peppa Pig: Paintbox	117K	14.00%	4.88%	8.54%	11.50%	60.90%	383
			54	19	33	44	233	
	Check Up do Caillou – Doctor	26K	22.80%	7.96%	9.45%	9.95%	49.70%	379
			87	30	36	38	188	
	Braces Surgery Simulator	17K	34.10%	6.75%	9.28%	7.60%	42.10%	376
			128	25	35	29	159	
	Budge World Kids Games & Fun	14K	38.70%	3.06%	3.06%	4.08%	51.00%	374
			145	11	12	15	191	
	Drive Thru Supermarket: Shopping Mall Car Driving	13K	32.30%	4.90%	7.84%	5.88%	49.00%	373
			121	18	29	22	183	
	WoodieHoo Animal Friends World	1K	22.50%	9.67%	3.23%	3.23%	61.20%	31
Total de Comentários Analisados								3445

somatório das frequências superior a 100%). Além do código, da categoria, da frequências e os atributos de qualidade, a Tabela 3.2 apresenta as 3 últimas colunas como o título 'C', 'M' e 'P' significando atributos que são dos 'Comentários', 'mGBL' e 'PHEG' respectivamente. Ao todo, 69 atributos foram identificados e classificados em categorias, identificadas no trabalho de [Khalid et al. \(2014\)](#), [Zaibon e Shiratuddin \(2010\)](#), [Mohamed, Jaafar et al. \(2010\)](#). Destes atributos, 54 eram considerados apenas pelas heurísticas mGBL e PHEG. A análise de comentários permitiu identificar 15 novos atributos (ver códigos destacados na Tabela 3.2 marcados somente na coluna C, de comentários). Finalmente, na Tabela 3.2, cada atributo apresenta o texto do comentário e/ou heurística que o originou. Por exemplo, o atributo A08 relacionado com os controles do jogo, foi apontado na análise de comentários pelo atributo C08 e nas heurísticas mGBL e PHEG pelos códigos M17 e P33, respectivamente.

Tabela 3.2 – Agregação dos atributos de qualidade identificados na análise de comentários, técnica mGBL e técnica PHEG

Cod.	Cat.	Freq.	Atributos de qualidade	C	M	P
A01	CO	10.6%	C01. O jogo possui variedade de conteúdo.	X		
A02	CO	6,56%	C02. Reduzir a quantidade de conteúdo que precise comprar para completar algum objetivo (O jogo possui custo financeiro moderado)	X		
A03	CO	3,80%	C03. O jogo possui poucos anúncios ou propagandas.	X		
A04	JO	3,45%	C04. O jogo proporciona poucos travamentos no dispositivo. M22.JO. O jogo não fica estagnado.	X	X	
A05	MO	1.72%	C05. O jogo possui um carregamento rápido e consistente no dispositivo. M11.MO. As sessões do jogo podem ser iniciadas rapidamente.	X	X	
A06	MO	1,61%	C06. A instalação é rápida e consistente no dispositivo.	X		
A07	CO	1,45%	C07. Reduzir a quantidade de conteúdo bloqueado (O jogo possui pouco conteúdo bloqueado).	X		
A08	JO	1,16%	C08. O jogador tem liberdade para controlar o jogo. M17.JO. O jogador está no controle. P33.JO. Jogadores são capazes de controlar o jogo.	X	X	X
A09	IU	1,10%	C09. Os controles do jogo são de fácil uso e flexíveis. M06.IU. Os controles do jogo são convenientes e flexíveis.	X	X	
A10	IU	1.08%	C10. Os gráficos do jogo são visualmente agradáveis. M02.UI. O layout da tela é eficiente e visualmente agradável. P01.IU. Usa design estético e minimalista.	X	X	X
A11	AP	1.05%	C11. A mecânica é intuitiva e de fácil entendimento.	X		
A12	MO	0,90%	C12. O jogo não pode consumir muito do armazenamento do dispositivo.	X		
A13	JO	0.87%	C13. O jogo não possui uma mecânica, objetivos e/ou tarefas repetitivas e chatas. M21.JO. Não há tarefas repetitivas e chatas.	X	X	
A14	MO	0,75%	C14. O jogo executa sem fechamento inesperado. M13.MO. As interrupções são tratadas razoavelmente.	X	X	

Tabela 3.2 – Continuação da página anterior

Cod.	Cat.	Freq.	Atributos de qualidade	C	M	P
A15	JO	0,54%	C15. As funcionalidades internas executam consistentemente. M23.JO. A jogabilidade do jogo é consistente.	X	X	
A16	IU	0,41%	C17. O jogo apresenta dicas e/ou tutoriais ao jogador. M10.IU. O jogo contém ajuda.	X	X	
A17	JO	0,32%	C16. Apresentar modo off-line.	X		
A18	IU	0,15%	C18. Apresenta suporte a vários idiomas.	X		
A19	JO	0,12%	C19. O jogo entrega recompensas ao jogador. M16.JO. Os jogadores são recompensados e as recompensas são significativas.	X	X	
A20	IS	0,09%	C20. Apresentar modo online multiusuário.	X		
A21	IS	0,09%	C21. O jogo não obriga o jogador a criar uma conta de usuário para jogar o jogo (Identificação não obrigatória no jogo).	X		
A22	IU	0,06%	C22. Os áudios do jogo são agradáveis. P05.IU. A qualidade dos elementos multimídia (texto, imagem, animação, vídeo e som) utilizados é aceitável.	X		X
A23	MO	0,03%	C23. A desinstalação é rápida e consistente no dispositivo.	X		
A24	CO	0,03%	C24. O jogo possui vídeos internos.	X		
A25	MO	0,03%	C25. O consumo de bateria é consistente no dispositivo sem haver um consumo exagerado.	X		
A26	CO	0,03%	C26. O jogo possui poucas notificações.	X		
A27	IU		M05.UI. As teclas de controle são consistentes e seguem as convenções padrão. P02.IU. Maximiza a consistência e corresponde aos padrões.		X	X
A28	IU		M01.IU. O jogo suporta representação audiovisual.		X	
A29	IU		M03.IU. A interface do dispositivo e a interface do jogo são usadas para seus próprios fins.		X	
A30	IU		M07.IU. O jogo dá feedback sobre as ações do jogador.		X	
A31	IU		M08.IU. O jogador não pode cometer erros irreversíveis.		X	

Tabela 3.2 – Continuação da página anterior

Cod.	Cat.	Freq.	Atributos de qualidade	C	M	P
A32	IU		M09.IU. O jogador não precisa memorizar coisas desnecessariamente.		X	
A33	IU		M04.IU. A navegação é consistente, lógica e minimalista.		X	
A34	CO		M25.CO. O jogo fornece conteúdo de aprendizagem.		X	
A35	CO		M27.CO. O conteúdo é compreensível. P22.CO. Estrutura clara e compreensível do conteúdo.		X	X
A36	CO		M24.CO. O conteúdo pode ser aprendido facilmente.		X	
A37	CO		M26.CO. O objetivo de aprendizagem do jogo é alcançado.		X	
A38	JO		M18.JO. Desafio, estratégia e ritmo estão em equilíbrio. P32.JO. O ritmo do jogo está em equilíbrio.		X	X
A39	JO		M15.JO. O jogador vê o progresso no jogo e pode comparar. P34.JO. Jogadores são capazes de conhecer o progresso do jogo.		X	X
A40	JO		M19.JO. A primeira experiência é encorajadora.		X	
A41	JO		M20.JO. A história do jogo suporta a jogabilidade e é significativa.		X	
A42	JO		M14.JO. O jogo fornece objetivos claros. P11.PE. Objetivos claros e com metas de aprendizado.		X	X
A43	MO		M12.MO. O jogo acomoda com os arredores. (Bordas da tela do dispositivo).		X	
A44	IU		P03.IU. Os usos do espaço, cor e texto estão de acordo com os princípios do design da tela			X
A45	IU		P04.IU. Os usos de texto, cor e fonte seguem os princípios de legibilidade.			X
A46	IU		P06.IU. O uso de elementos multimídia suporta significativamente o texto fornecido.			X
A47	IU		P07.IU. A integração dos meios de apresentação é bem coordenada.			X
A48	IU		P08.IU. O uso de elementos multimídia aprimora a apresentação das informações			X

Tabela 3.2 – Continuação da página anterior

Cod.	Cat.	Freq.	Atributos de qualidade	C	M	P
A49	IU		P09.IU. A interatividade do material didático é adequada ao nível dos estudantes/alunos.			X
A50	IU		P10.IU. Fornecer chave específica e auto identificada para tarefa específica (saída, glossário, principal, objetivo).			X
A51	PE		P12.PE. As atividades são interessantes e envolventes.			X
A52	PE		P13.PE. O design e o conteúdo são confiáveis e comprovados.			X
A53	PE		P14.PE. Pode ser usado como ferramentas de aprendizado autodirigidas.			X
A54	PE		P15.PE. Suporte para habilidades de autoaprendizagem.			X
A55	PE		P16.PE. Meio para aprender fazendo.			X
A56	PE		P17.PE. Considera as diferenças individuais.			X
A57	PE		P18.PE. O desempenho deve ser baseado em resultados.			X
A58	PE		P19.PE. Oferece a capacidade de selecionar o nível de dificuldade nos jogos.			X
A59	PE		P20.PE. Capacidade do jogador trabalhar no seu próprio ritmo.			X
A60	CO		P21.CO. Conteúdo confiável com fluxo correto.			X
A61	CO		P23.CO. A navegação é fácil e precisa.			X
A62	CO		P24.CO. Os materiais de apoio são suficientes e relevantes.			X
A63	CO		P25.CO. Os materiais são interessantes e envolventes.			X
A64	MM		P26.MM. O uso de elementos multimídia é aceitável.			X
A65	MM		P27.MM. A combinação de elementos multimídia é adequada.			X
A66	MM		P28.MM. A apresentação de elementos multimídia é bem gerenciada.			X
A67	MM		P29.MM. Adequação dos elementos multimídia para uso específico.			X

Tabela 3.2 – Continuação da página anterior

Cod.	Cat.	Freq.	Atributos de qualidade	C	M	P
A68	JO		P30.JO. O desafio fornecido é de acordo com o padrão do usuário.			X
A69	JO		P31.JO. Usuários são capazes de estratégias.			X

3.5 Considerações Finais

Comentários feitos pelos usuários podem conter informações sobre o que pode ser evitado e o que pode ser considerado para melhorar a qualidade de aplicativos móveis no mercado. Nesse capítulo, foram analisados 3445 comentários de 10 aplicativos da categoria jogos educacionais digitais móveis disponíveis na loja *Google Play Store*. Os resultados indicam que poucos objetivos disponíveis nos jogos, compras internas para desbloquear conteúdos e muitos anúncios e propagandas incomodam os usuários dos jogos educacionais digitais no contexto móvel. Por outro lado, a presença de conteúdo variado em um jogo é um aspecto que os usuários consideram positivo e relevante.

Foi identificado que dos 26 atributos encontrados, 15 não tinham sido considerados anteriormente pelas heurísticas existentes de inspeção para jogos educacionais digitais móveis, porém ainda devem ser consideradas no desenvolvimento destes jogos pois, segundo os usuários, impactaram na sua percepção de qualidade na hora de avaliar o jogo. Além disso, a frequência de citação dos atributos identificados a partir da aplicação da metodologia de análise de comentários pode servir para sugerir a priorização destes atributos no processo de desenvolvimento.

Os resultados obtidos nesse capítulo foram utilizados para desenvolver um *checklist* de inspeção para jogos educacionais digitais móveis com atributos de qualidade até então não considerados pelos atributos do mGBL e do PHEG.

4 Criação do Checklist de Inspeção IC-MEG

Este capítulo apresenta a criação do checklist de inspeção para jogos educacionais digitais móveis IC-MEG. Além de mostrar os passos adotados para a sua proposta, é apresentada também uma prova de conceito para uma avaliação preliminar do checklist. Também, é apresentado um refinamento e atualizações dos itens do checklist IC-MEG conforme os resultados da prova de conceito.

4.1 Introdução do Capítulo

Com o intuito de auxiliar a melhoria da qualidade dos jogos educacionais digitais móveis, têm sido propostas técnicas de avaliação que permitem identificar defeitos neste tipo de jogos (SAVI et al., 2012). Por exemplo, técnicas baseadas em observações permitem monitorar os usuários do jogos educacionais (ALSAYED; BILGRAMI; FOSTER, 2017). Além disso, foram propostas técnicas de inspeção em que os avaliadores (dentro ou fora da equipe de desenvolvimento) podem verificar a conformidade do jogo educacional móvel com atributos de qualidade para o contexto móvel (MOHAMED; JAAFAR et al., 2010; ZAIBON; SHIRATUDDIN, 2010). Por não precisar de uma versão completa do sistema, a técnica de inspeção pode ser utilizada antes do lançamento do software no mercado; e pode diminuir os custos de correção dos defeitos identificados (ALSAYED; BILGRAMI; FOSTER, 2017).

Considerando que os dados sobre os comentários das lojas de aplicativos podem conter indícios sobre o que é necessário para atender as expectativas dos usuários finais, este capítulo descreve a criação do *checklist* de inspeção chamado IC-MEG para jogos educacionais digitais no contexto móvel. O *checklist* foi criado extraindo atributos de qualidade identificados em: (a) comentários de usuários disponíveis em lojas de aplicativos; e (b) abordagens existentes para avaliação de jogos educacionais móveis.

Os resultados preliminares deste capítulo indicam a possibilidade de complementar as abordagens de avaliação de jogos educacionais digitais móveis existentes com atributos de qualidade identificados dentro dos comentários das lojas de aplicativos. Também, foi realizada uma prova de conceito comparando os resultados obtidos da utilização do IC-MEG com os comentários dos usuários sobre estes jogos avaliados. Além disso, foi realizada outra análise de comentários com mais 10 jogos educacionais digitais moveis para identificar possíveis novos atributos de qualidade; dessa forma, atualizando e refinando o *checklist* IC-MEG.

O restante desse capítulo está organizado como se segue: Seção 4.2 apresenta o desenvolvimento do *checklist* IC-MEG; Seção 4.3 apresenta a realização de uma prova de conceito com uma avaliação do IC-MEG com dois jogos educacionais digitais móveis; Seção 4.4 apresenta uma análise de comentários com mais 10 jogos educacionais digitais móveis para refinar e atualizar o *checklist* IC-MEG; e a Seção 4.5 conclui esse capítulo.

4.2 O Processo de Desenvolvimento do Checklist

Para o desenvolvimento do *checklist* de inspeção para jogos educacionais digitais móveis, foram consideradas as seguintes etapas: (1) identificação dos atributos de qualidade existentes de outros conjuntos de heurísticas/atributos identificados na literatura; (2) identificação dos atributos de qualidade dos comentários dos usuários; (3) também foi considerado a utilização de um dos principais questionários de avaliação de jogos educacionais; e (4) a realização da análise e integração de todos os atributos considerados e identificados, organizando-os em um *checklist* de inspeção. Essas etapas foram definidas conforme a metodologia definida no Capítulo 1 de introdução, que foi definida a partir das afirmações de Kalinowski, Spínola e Travassos (2004), recomendando o uso dos conjuntos de heurísticas existentes na literatura; e das afirmações de Harman, Jia e Zhang (2012), que recomenda o uso dos comentários dos usuários em conjunto com o desenvolvimento dos software. Nas subseções a seguir, são apresentados com mais detalhes cada uma dessas etapas.

4.2.1 Atributos de Qualidade Identificados em *Checklists* Existentes e em Comentários de Usuários

A identificação dos atributos de qualidade que estão presentes em conjunto de heurísticas existentes foi descrita detalhadamente no Capítulo 2. Após a realização de uma revisão da literatura, com o objetivo de identificar conjuntos de heurísticas, foram identificados dois grupos: o mGBL e o PHEG.

A identificação dos atributos de qualidade proveniente dos comentários dos usuários dos jogos educacionais digitais móveis foi descrita detalhadamente no Capítulo 3. O processo de coleta e análise dos comentários para a identificação de atributos positivos e negativos de jogos educacionais digitais móveis, adaptado de Khalid et al. (2014), foi dividido em 3 etapas distintas: (1) Seleção dos aplicativos, (2) coleta dos comentários e (3) análise dos comentários.

4.2.2 Incorporando o MEEGA

Durante o processo de construção do *checklist*, foram realizadas algumas consultas rápidas com engenheiros de software sobre os itens de verificação. Em uma dessas consultas foi sugerido a incorporação do MEEGA (*Model for the Evaluation of Educational Games*) (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011).

A escolha de incorporar o MEEGA no *checklist* IC-MEG se deu por causa do MEEGA ser uma das principais abordagens para a avaliação de jogos educacionais, pois é fortemente utilizado tanto na academia quanto na indústria; além de possuir uma ampla base experimental com várias pesquisas. Nesse contexto, achou-se interessante incorporá-lo ao IC-MEG, pois como o MEEGA já foi avaliado e validado em vários trabalhos publicados, e possui grande utilidade em trabalhos primários, dessa forma, o MEEGA adicionaria mais confiança aos itens de checagem do *checklist* IC-MEG (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011). Apesar da existência de um modelo mais recente denominado MEEGA+ (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2019), o primeiro autor deste trabalho não estava ciente da sua existência no momento da criação do *checklist* e decidiu considerá-lo como uma sugestão por parte dos pesquisadores autores deste trabalho. Além disso, a revisão da literatura não focou na identificação de atributos de qualidade em jogos educacionais advindos de outros métodos de avaliação. Portanto, o MEEGA+ não foi identificado na revisão da literatura. Desta forma, considerou-se o modelo original MEEGA que foi aplicado diversas vezes na avaliação de jogos educacionais.

O MEEGA, é utilizado para avaliar jogos educacionais de âmbito geral, ou seja, pode ser aplicado tanto nas plataformas web, *desktop* e mobile; além de ser adotado também para avaliar jogos educacionais não digitais. Ele é usado na forma de um questionário com perguntas para os usuários que acabaram de jogar um jogo educacional. Dessa forma, os dados coletados norteiam os avaliadores a entenderem que o jogo é bem ou mal avaliado. Os itens do MEEGA são divididos em 9 categorias de questões: (1) Usabilidade; (2) Confiança; (3) Desafio; (4) Satisfação; (5) Interação Social; (6) Diversão; (7) Atenção Focada; (8) Relevância; e (9) Aprendizagem Percebida.

4.2.3 Combinação dos Atributos de Qualidade

Como mencionado anteriormente, o *checklist* desse trabalho foi proposto a partir da junção dos atributos identificados na análise de comentários, dos itens de verificação disponíveis nos grupos de heurísticas de inspeção existentes e dos atributos do MEEGA. O processo seguido para a criação do *checklist* foi similar ao processo da Figura 3.2, com a diferença de que foram utilizados os atributos de qualidade identificados em cada trabalho como Entrada 1. Por exemplo: o atributo identificado na Análise de Comentários “Os gráficos do jogo são visualmente agradáveis” foi considerado relacionado com os itens: “Usa design estético e minimalista”, “O layout da tela é eficiente e visualmente agradável.”,

“O design do jogo é atraente (interface, gráficos, tabuleiro, cartas, etc.)” dos grupos de atributos PHEG, mGBL e MEEGA, respectivamente. Após a identificação da semelhança entre estes itens, foi criado um item (IU01) no *checklist* para representar este atributo: “Os gráficos são agradáveis e atraentes?”. Todos os itens do *checklist* foram descritos no formato de pergunta, em que uma resposta negativa indica a possibilidade de um problema/defeito no jogo educacional digital móvel. As perguntas foram formuladas da forma mais objetiva possível, seguindo as recomendações de [Brykczynski \(1999\)](#). A Tabela 4.1 contém os 82 itens do *checklist* resultantes da junção dos comentários dos usuários, das heurísticas do mGBL e PHEG e o do questionário MEEGA, as quatro últimas colunas significam: ‘C’ itens vindos dos comentários dos usuários; ‘P’ itens vindos do conjunto PHEG; ‘G’ itens vindos do conjunto mGBL; e ‘M’ itens vindos do MEEGA. Estes itens foram organizados em categorias, mantendo a consistência com as categorias originais propostas pelos autores dos conjuntos mGBL, PHEG e MEEGA. Nesta tabela, as siglas representam as categorias: (IU) Interface do Usuário, (PE) Pedagogia, (CO) Conteúdo, (AP) Aprendizagem Percebida, (MM) Multimídia, (JO) Jogabilidade, (IS) Interação Social e (MO) Mobilidade.

Tabela 4.1 – Checklist proposto a partir da combinação de atributos das técnicas e comentários

Cat.	Itens	C	P	G	M
IU01	Os gráficos são agradáveis e atraentes?	X	X	X	X
IU02	Os gráficos possuem um layout eficiente?	X	X	X	X
IU03	O jogo maximiza a consistência e corresponde aos padrões?		X	X	X
IU04	O uso dos elementos multimídia seguem princípios de design de tela?		X		
IU05	Os textos, fontes e cores são legíveis e compreensíveis?		X		X
IU06	A qualidade dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis e agradáveis?	X	X		
IU07	O jogo possui elementos multimídia?			X	
IU08	Os elementos multimídia acomodam todo o texto fornecido no jogo?		X		
IU09	A integração dos meios de apresentação é bem coordenada?		X		
IU10	O uso dos elementos multimídia aprimora a apresentação das informações?		X		
IU11	A interação com o material didático é adequada ao nível do estudante?		X		
IU12	A interface oferece ao usuário chaves auto indicadas para tarefas (saída, nome dos objetivos, glossário)?		X		

Tabela 4.1 – Continuação da página anterior

Cat.	Itens	C	P	G	M
IU13	A interface do dispositivo e a interface do jogo são utilizadas para seus próprios fins?			X	
IU14	Os controles são projetados de forma que sejam convenientes aos inputs dos jogadores?	X		X	
IU15	Os controles são fáceis e flexíveis?	X		X	
IU16	Os controles são personalizáveis conforme as necessidades dos jogadores?				X
IU17	O jogo fornece feedbacks das ações do jogador?			X	
IU18	O jogo não permite que aconteça erros irreversíveis?			X	
IU19	A recuperação após um erro é facilitada?				X
IU20	Não é precisa memorizar coisas desnecessariamente?			X	
IU21	O jogo contém ajuda, dicas e/ou tutoriais?	X		X	
IU22	A navegação da interface é fácil, consistente, lógica e precisa?			X	
IU23	O jogo suporta múltiplos idiomas?	X			
PE01	É claro como o conteúdo do jogo se relaciona com a disciplina?				X
PE02	As atividades são interessantes e envolventes?		X		
PE03	O conteúdo é confiável e comprovado?		X		
PE04	O jogo suporta aprendizado autodirigido?		X		X
PE05	O jogo fornece suporte para habilidades de auto aprendizado?		X		
PE06	O jogo permite meios para aprender fazendo?		X		
PE07	O jogo considera diferenças individuais dos jogadores?		X		
PE08	O desempenho do jogador é baseado em resultados?		X		
PE09	O jogo possui opção de escolha do nível de dificuldade?		X		
PE10	O jogo permite meios para o jogador prosseguir em seu próprio ritmo?		X		
PE11	O jogo contribui para a aprendizagem na disciplina?				X
PE12	O jogo é eficiente na aprendizagem em comparação a outras atividades da disciplina?				X
CO01	O jogo possui poucas notificações?	X			
CO02	O jogo possui animações ou vídeos internos?	X			
CO03	O jogo possui grande variedade de conteúdo?	X			
CO04	O jogo não possui conteúdo bloqueado que precise comprar para prosseguir no jogo?	X			
CO05	A quantidade de anúncios evasivos não podem ocorrer repetidas vezes em um curto período?	X			
CO06	O jogo possui conteúdo de aprendizagem?			X	

Tabela 4.1 – Continuação da página anterior

Cat.	Itens	C	P	G	M
CO07	O conteúdo é confiável e com fluxo correto?		X		
CO08	O conteúdo é estruturado/organizado de forma clara e compreensível?		X	X	X
CO09	A navegação do conteúdo é fácil, consistente, lógica e precisa?		X		
CO10	O conteúdo do jogo é suficiente e relevante?		X		
CO11	Os materiais são interessantes e envolventes?		X		
CO12	O conteúdo do jogo é aprendido facilmente?			X	
CO13	O objetivo de aprendizagem é alcançado?			X	
CO14	Reduz a quantidade de conteúdo bloqueado?	X			
AP01	A mecânica do jogo é aprendida facilmente?				X
AP02	A mecânica do jogo é aprendida rapidamente?				X
AP03	Não precisa de conhecimentos prévios para jogar?				X
AP04	A mecânica do jogo é fácil de ser compreendida?	X			X
MM01	O uso dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis?		X		
MM02	A combinação dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis?		X		
MM03	A apresentação dos elementos multimídias é bem gerenciada?		X		
MM04	Os elementos multimídias são adequados para uso “específico”?		X		
JO01	Os desafios do jogo são adequados ao nível do usuário?		X		X
JO02	Os jogadores são capazes de desenvolver estratégias?		X		
JO03	Os desafios, as estratégias, o ritmo estão em equilíbrio?		X	X	X
JO04	Os jogadores são capazes de controlar o jogo?	X	X	X	
JO05	Os jogadores são capazes de conhecer o progresso do jogo?		X	X	
JO06	Os jogadores são recompensados?	X		X	
JO07	As recompensas são significativas?	X		X	
JO08	A primeira experiência é encorajadora?			X	X
JO09	A primeira experiência chama a atenção do jogador?				X
JO10	A história do jogo é significativa?			X	
JO11	As mecânicas, os objetivos, as tarefas não são monótonas ou repetitivas?	X		X	X
JO12	O jogo não trava ou não fica estagnado?	X		X	
JO13	A jogabilidade e as funcionalidades do jogo são estáveis e consistentes?	X		X	
JO14	O jogo possui objetivos claros?		X	X	
JO15	O jogo possui metas de aprendizado?		X		

Tabela 4.1 – Continuação da página anterior

Cat.	Itens	C	P	G	M
JO16	O jogo possui um modo off-line?	X			
JO17	O jogo aumenta o progresso devido ao esforço do jogador?				X
IS01	O jogo possui um modo de multijogadores online?	X			X
IS02	O jogo não obriga o jogador a criar uma conta de usuário para jogar?	X			
MO01	As sessões do jogo podem ser inicializadas rapidamente?	X		X	
MO02	O jogo não fecha inesperadamente e todas as interrupções são tratadas adequadamente?	X		X	
MO03	O jogo se acomoda adequadamente com as bordas da tela do dispositivo?			X	
MO04	A instalação do jogo é rápida e consistente no dispositivo?	X			
MO05	O jogo não pode consumir significativamente o armazenamento do dispositivo?	X			
MO06	A desinstalação é rápida e consistente no dispositivo?	X			
MO07	O consumo da bateria do dispositivo é consistente, não havendo um consumo exagerado?	X			
	Total de Atributos	29	36	30	22

Legenda: (C) Atributos dos Comentários, (P) PHEG, (G) mGBL, e (M) MEEGA. Obs.: O total de atributos por técnica pode ser diferente do original quando um atributo foi dividido ou combinado para dar origem aos itens de verificação do checklist proposto

4.3 Prova de Conceito

Para avaliar se o *checklist* IC-MEG poderia permitir a identificação de defeitos em jogos educacionais digitais móveis, aplicou-se o *checklist* em dois jogos educacionais: (1) *Brain Out – Can you pass it?*; e (2) *Central Hospital Stories*. Estes jogos foram escolhidos aleatoriamente, porém, seguindo as sugestões de [Khalid et al. \(2014\)](#), garantindo um aplicativo com pontuação acima de 3,5 e outro com pontuação abaixo de 3,5 estrelas. De modo a comparar se os comentários negativos indicados pelos usuários estariam refletidos pelo *checklist*, optou-se por analisar os comentários disponíveis destes aplicativos seguindo o processo de coleta e análise de comentários, descritos por [Khalid et al. \(2014\)](#). Cabe ressaltar, que os dois jogos avaliados não foram considerados na definição inicial dos itens do *checklist*, não fazem parte dos 10 primeiros jogos educacionais digitais móveis. A Tabela 4.2 apresenta os dados destes jogos educacionais como: a classificação de estrelas, o total de avaliações, o tamanho da amostra, e a estratificação por estrelas contendo as porcentagens e o número de comentários que foram coletados, por estrelas.

Tabela 4.2 – Jogos educacionais móveis selecionados para a prova de conceito

			Quantidade de comentários por estrelas					
	Nome do Jogo	Total de Avaliações do Jogo	1 estrela	2 estrelas	3 estrelas	4 estrelas	5 estrelas	Total da amostra
4,4	Brain Out – Can you pass it?	3398K	6.30%	1.57%	3.94%	9.45%	78.74%	384
			24	6	15	36	303	
3,4	Central Hospital Stories	30k	28.50%	7.00%	6.50%	8.00%	50.00%	375
			107	25	25	30	188	
Total de Comentários Analisados								759

Ao aplicar o *checklist* IC-MEG no jogo *Brain Out – Can you pass it?*, foi identificado que 25 atributos foram feridos; destes, 72% são provenientes somente dos atributos dos grupos de atributos existentes (mGBL, PHEG e/ou MEEGA) (IU11, IU16, PE01, PE03, PE07, PE09, PE11, PE12, CO08, CO09, CO12, AP01, AP02, JO01, JO08, JO10, JO14 e JO15); 8% são apenas da análise dos comentários (CO05 e MO05) e 20% são atributos vindos de ambas, os comentários e os atributos existentes (IU02, IU14, AP04, JO13 e IS01). Após a análise dos comentários desse jogo educacional digital móvel, foi identificado que os problemas mais citados foram distribuídos da seguinte forma: 54,43% sobre grande quantidade de propagandas (item CO05 da análise de comentários); 23,43% sobre a dificuldade em realizar uma tarefa (item IU14 dos comentários e atributos existentes) e 16,42% sobre funcionalidades que não apresentavam resposta adequada (item JO13 dos comentários e atributos existentes). Lembrando que alguns comentários podem ser classificados em mais de atributo, logo a somatória das frequências podem não resultar em 100%.

Por sua vez, ao aplicar o *checklist* IC-MEG no jogo *Central Hospital Stories*, foram identificados que 38 itens foram feridos; destes, 68% são vindos dos atributos das técnicas existentes (IU12, IU16, IU17, IU22, PE01, PE02, PE03, PE07, PE08, PE09, PE11, PE12, CO07, CO08, CO09, CO10, CO11, CO12, CO13, JO02, JO05, JO08, JO09, JO10, JO14 e JO15); 11% apenas dos comentários (CO03, CO04, CO14 e MO05) e 21% são tanto dos atributos existentes quanto dos comentários (IU02, IU15, IU21, JO06, JO07, JO11, JO13 e IS01). Após a análise dos comentários desse jogo educacional digital móvel, foi identificado que os problemas mais citados foram distribuídos da seguinte forma: 40,34% sobre a quantidade de conteúdo que está bloqueado (item CO03 vindo da análise dos comentários); 37,47% sobre as compras internas para liberar novos conteúdos (item CO04 também da análise dos comentários) e 13,33% sobre o aplicativo não ser gratuito. Lembrando que alguns comentários podem ser classificados em mais de atributo, logo a somatória das frequências podem não resultar em 100%.

A análise de comentários se mostrou promissora para atualizar os *checklists* existentes, possibilitando adicionar novos atributos do ponto de vista dos usuários finais.

Além disso, na análise dos comentários dos jogos da prova de conceito, foi identificado um novo atributo referente ao consumo de bateria do dispositivo do usuário. Alguns usuários reclamaram que durante a execução do jogo, o dispositivo passou a ter um consumo além do esperado. Dessa forma, foi necessário criar um item no *checklist* que represente este atributo.

4.4 Refinamento e Atualização

Com os resultados da prova de conceito, foi notado a presença de um novo item que não fora identificado nas análises anteriores; mostrando assim, oportunidades de melhorias para o *checklist* desenvolvido. Dessa forma, surgiu a necessidade da realização de uma nova análise de comentários para ser encontrado todos os possíveis itens que estejam presentes nos comentários; resultando num refinamento e melhorias no *checklist* IC-MEG, deixando mais completo. Para realizar o refinamento e a atualização dos itens do *checklist* foi realizado uma nova análise de comentários com mais 10 jogos educacionais digitais móveis, diferentes dos 10 primeiros. Dessa forma, o objetivo foi identificar possíveis novos atributos de qualidade que possam ter sido desconsiderado. Não foi considerada a atualização com os grupos de atributos já existentes (mGBL, PHEG e MEEGA) por não serem tão dinâmicos enquanto ao surgimento de novos itens, pois precisam de novos estudos para isso.

Foram utilizadas novamente as etapas de seleção, coleta e análise de comentários descrito no Capítulo 3, com leves modificações. Como foi dito no Capítulo 3, a partir de um certo número de aplicativos selecionados, não há aplicativos com o número mínimo de 1000 comentários para a coleta. O motivo disso acontecer pode ser o baixo engajamento dos usuários na categoria escolhida dos aplicativos. [Khalid et al. \(2014\)](#) fez seu estudo sem limitar categorias, ou seja, nos aplicativos que eles selecionaram tinham variadas categorias, assim é mais fácil de atender aos critérios de seleção de 1000 comentários por aplicativo e a classificação de estrelas menor ou igual a 3.5. Como nesta pesquisa o foco é apenas a categoria de jogos educacionais digitais móveis, o número mínimo de comentários diminuiu de 1000 comentários para 750 comentários para que fosse possível encontrar mais 10 aplicativos que atendessem aos critérios de seleção.

Sendo assim, foram selecionados mais 10 jogos educacionais digitais da loja *Google Play Store*, diferentes dos 10 primeiros, que atendem aos seguintes critérios de seleção; (1) 5 jogos educacionais digitais móveis que possuem a classificação por estrelas de mais de 3.5 estrelas; (2) 5 jogos educacionais digitais móveis com classificação por estrelas menor ou igual a 3.5 estrelas; (3) todos os jogos educacionais digitais devem ter no mínimo 750 comentários dos usuários ao todo.

Também foi calculada uma amostra estatística dos comentários por jogo conforme o número total de avaliações que este apresenta. Os parâmetros utilizados foram 95% de

margem de confiança e 5% de intervalo de confiança, seguindo as orientações de [Khalid et al. \(2014\)](#). A Tabela 4.3 apresenta os dados dos 10 jogos selecionados, juntamente com a quantidade total de avaliações, o tamanho da amostra de comentários, e a proporção por estrelas com a porcentagem e o número total de comentários por estrelas.

Tabela 4.3 – Distribuição dos dados coletados dos jogos educacionais móveis selecionados para o refinamento

			Quantidade de comentários por estrela					
	Nome do Jogo	Total de Avaliações do Jogo	1 estrela	2 estrelas	3 estrelas	4 estrelas	5 estrelas	Total da Amostra
Superior (3.5 estrelas)	Toca Life World: Build stories.	6800	6.74%	4.43%	12.79%	31.15%	44.90%	364
			25	16	47	113	163	
	My Town: Grandparents.	1296	10.96%	2.39%	5.02%	9.65%	71.99%	297
			32	7	15	29	214	
	Unicorn Chef: Cooking Games	7095	15.48%	2.90%	3.75%	5.93%	71.94%	364
			56	10	14	22	262	
	Baby Princess Phone	2562	23.30%	4.06%	5.04%	5.78%	61.83%	334
			77	13	17	20	207	
Baby Panda's Supermarket	8266	8.76%	2.36%	4.36%	7.33%	77.20%	367	
		32	9	16	27	283		
Inferior (= 3.5 estrelas)	Little Dentist	965	19.90%	3.21%	4.46%	7.36%	65.08%	275
			55	9	12	20	179	
	Supermarket Cashier Kids Games	893	48.26%	6.16%	4.37%	5.60%	35.61%	269
			130	16	12	15	96	
	Dentist games	4791	21.35%	5.06%	8.43%	10.39%	54.78%	356
			76	18	30	37	195	
	Make Fluffy Slime Jelly DIY Slime Maker Game 2019	755	45.96%	7.28%	5.17%	4.24%	37.35%	255
			117	19	13	11	95	
Super Market Cashier Game	803	31.01%	5.11%	7.35%	8.09%	48.44%	260	
		81	13	19	21	126		
Total de Comentários Analisados								3141

Após a seleção e a coleta dos 10 jogos, foram coletados os comentários (por meio de um *Web Crawler*) conforme foi calculado para as amostras. A medida que for lido o texto de cada comentários, eram identificados os atributos de qualidade e agrupados conforme os atributos já identificados como nos 10 primeiros jogos. Caso um comentário possuísse um atributo que ainda não tivesse sido identificado, foi criado um novo atributo de qualidade e adicionado na lista de atributos.

Após a análise dos novos comentários, foi identificado um novo atributo de qualidade que não foi identificado antes. O novo atributo é referente ao salvamento do progresso do usuário; alguns usuários reclamaram de ter que jogar algumas fases novamente mesmo que estes já as tivessem jogado anteriormente. Foi percebido que esses novos atributos surgiram nos comentários dos primeiros jogos analisados, à medida que os comentários dos outros

jogos foram acontecendo, não surgiu nenhum novo atributo. Esse resultado indica que os atributos chegaram à saturação, podendo ter indícios de que foram identificados todos os atributos de qualidade para esse grupo de jogos avaliados. Vale ressaltar que ainda é possível que surja novos atributos com o passar do tempo e que a lista dos atributos de qualidade precise eventualmente passar por novas atualizações.

Com relação ao comparativo dos resultados obtidos nesta pesquisa e os resultados de trabalhos relacionados, aproximadamente 16%, isto é, 13 atributos, foram encontrados apenas a partir da análise de comentários, permitindo complementar as técnicas existentes. Além disso, os problemas mais citados encontrados nos comentários dos aplicativos da prova de conceito estão relacionados a itens do *checklist* provenientes da análise de comentários ou de itens que vieram de atributos existentes (mGBL, PHEG e/ou MEEGA) mas que também foram apontados na análise de comentários. Dessa forma, é necessário investigar se os atributos provenientes da análise de comentários representam melhor a visão dos usuários finais, visto que eles são mais frequentemente mencionados nos comentários. Vale ressaltar que estes atributos são específicos para o contexto de jogos educacionais digitais móveis, e que outros trabalhos na área de análise de comentários de aplicativos móveis, não chegaram a este tipo de detalhamento, focando em uma categoria de aplicativos. Além disso, esta pesquisa foca tanto em aspectos positivos quanto negativos, o que pode permitir identificar atributos que inicialmente não vieram de uma reclamação feita em um comentário.

4.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a criação do IC-MEG, um *checklist* de inspeção para jogos educacionais digitais. O IC-MEG possui itens de checagem provenientes dos itens do mGBL e PHEG já existentes na literatura. Também foi considerada o MEEGA, adaptando as questões em itens de checagem para o IC-MEG; Adicionalmente, foram utilizados os atributos de qualidade identificados nos comentários de 10 jogos educacionais digitais móveis disponíveis na loja *Google Play Store*. Todos os atributos considerados foram agrupados, eliminando duplicatas, e organizados em itens de checagem formando assim o *checklist* IC-MEG.

Foi realizada uma prova de conceito, onde o *checklist* IC-MEG foi utilizado para avaliar dois jogos educacionais digitais móveis diferentes. Os resultados indicam que o *checklist* foi capaz de identificar defeitos apontados por usuários dos jogos, havendo para isso a comparação dos resultados do *checklist* com os resultados da análise dos comentários destes dois jogos avaliados.

Finalmente, a partir do refinamento e atualização dos itens do *checklist*, o *checklist* se tornou mais representativo, completo e confiável, identificando mais 2 atributos. Nos

próximos capítulos serão apresentados: (1) uma ferramenta de apoio para o *checklist* IC-MEG, além de prover suporte para o mGBL e o PHEG; e (2) a realização de um experimento onde ocorreu uma avaliação do IC-MEG e seu apoio ferramental em termos de aceitação, eficácia e eficiência.

5 Criação da Ferramenta TIMEG

Este capítulo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio para as inspeções de jogos educacionais digitais móveis. Denominada TIMEG (Tool for Checklist Inspection of Mobile Educational Games), essa ferramenta permite: (1) embutir checklists de inspeção; (2) apontar defeitos com base nos itens dos checklists; (3) gerar relatórios da inspeção; e em caso de o jogo já estar disponível na loja de aplicativos online, (4) apresentar informações sobre a opinião dos usuários. Além disso, será apresentado um exemplo de uso da ferramenta para inspecionar um jogo presente na loja Google Play Store.

5.1 Introdução do Capítulo

O Capítulo 4 mostrou o desenvolvimento de um novo *checklist* que incorpora diretrizes existentes com atributos dos comentários dos usuários: o IC-MEG. Esse *checklist* aborda atributos de qualidade particulares da categoria de jogos educacionais como: o conteúdo, a plataforma e o dispositivo. Conforme [Hedberg e Lappalainen \(2005\)](#), apesar da utilidade dos *checklists* de inspeção, a utilização deles pode ser considerada trabalhosa devido ao rigor necessário na identificação e no registro dos defeitos. Ainda, esses autores afirmam que o uso de um apoio ferramental pode ajudar a contornar dificuldades presentes no processo de inspeção dos softwares.

Apesar da existência de várias ferramentas de apoio para auxiliar o processo de inspeção de software, as existentes são genéricas e não possuem *checklists* de inspeção específicos para a avaliação de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis. Além disso, algumas destas ferramentas genéricas, não estão mais disponíveis ou atualizadas para incorporar os novos *checklists* desenvolvidos.

Nesse contexto, este capítulo apresenta a ferramenta TIMEG (*Tool for Checklist Inspection of Mobile Educational Games*). TIMEG foi desenvolvida especificamente para a avaliação de jogos educacionais digitais móveis, apoiando no trabalho individual de detecção e registro de defeitos. A ferramenta possui funcionalidades para auxiliar a identificação e o registro de defeitos, além de permitir gerar e exportar um relatório dos defeitos identificados. Por se tratar de uma ferramenta especializada para o contexto móvel, TIMEG possui funcionalidades para apresentar informações sobre a opinião dos usuários.

O restante deste capítulo está organizado como segue. A Seção 5.2 apresenta uma

breve análise dos trabalhos relacionadas existentes sobre ferramentas de apoio a inspeção de softwares, que motivam o desenvolvimento de uma nova ferramenta. Já a Seção 5.3 apresenta a arquitetura da ferramenta, assim como a descrição dos seus principais módulos e funcionalidades. Por sua vez, a Seção 5.4 apresenta um exemplo de como aplicar e usar a ferramenta. Por fim, a Seção 5.5 apresenta as considerações finais do capítulo.

5.2 Ferramentas Relacionadas

Apesar de uma busca na literatura e na internet por ferramentas de apoio ao processo de inspeção de jogos educacionais móveis, os autores desta pesquisa não conseguiram identificar uma ferramenta específica para este fim. Dentre as mais conhecidas ferramentas de apoio à inspeção de software pode ser citado o IBIS (*Internet-Based Inspection System*) (LANUBILE; MALLARDO; CALEFATO, 2003); uma ferramenta web cujo foco é apoiar o processo de inspeção descrito por Sauer et al. (2000): (1) planejamento, (2) detecção de defeitos, (3) coleção de defeitos, (4) discriminação de defeitos, (5) retrabalho e (6) continuação. Nesta ferramenta, os tipos de técnicas utilizadas para realizar a inspeção são: Ad-Hoc e *checklists*. Um dos grandes diferenciais dessa ferramenta é permitir a realização da inspeção por equipes geograficamente distribuídas. Esta ferramenta foi projetada para minimizar atividades síncronas e problemas de coordenação.

Outra ferramenta conhecida é a ISPIS (Infra-Estrutura Computacional de Apoio ao processo de inspeção) (KALINOWSKI; SPÍNOLA; TRAVASSOS, 2004), que foi desenvolvida para web com o intuito de apoiar equipes de inspeção. Esta ferramenta utiliza também o processo de inspeção descrito por Sauer et al. (2000); além de utilizar os tipos de inspeção Ad-Hoc e *checklists*. Como diferencial, a ferramenta ISPIS possibilita o uso automatizado do conhecimento sem que a equipe de inspeção precise adquiri-lo através de revisões bibliográficas, nem o aplicar manualmente.

Por sua vez, a Ferramenta MockDUE (*Mockup Design Usability Evaluation*) foi desenvolvida para avaliar protótipos não funcionais de aplicações Web (RIVERO et al., 2015). Segundo os autores, a ferramenta disponibiliza *checklists* específicos para a avaliação de usabilidade em aplicações Web. Além disso, a ferramenta permite gerar relatórios, indicando em que local da interface foi identificado um possível defeito.

Embora tenham sido identificadas ferramentas, as duas primeiras foram descontinuada ou não estão disponíveis para o uso. Além disso, nenhuma das ferramentas identificadas permite a avaliação de atributos de qualidade específicos para jogos educacionais digitais móveis, como itens sobre a mobilidade, por exemplo. No contexto móvel, é necessário que estas ferramentas permitam consultar dados relacionados com a opinião dos usuários, caso o aplicativo esteja disponível em alguma loja de aplicativos. Diante do exposto, a ferramenta TIMEG possui o intuito de atender estas necessidades, proporcionando uma

solução especializada para a inspeção de jogos educacionais digitais móveis. A seguir, é apresentada a ferramenta e suas funcionalidades.

5.3 A Ferramenta TIMEG

TIMEG é uma ferramenta escrita em C#, sobre a tecnologia de formulários *Net Framework* da *Microsoft* para a plataforma *Desktop*, que proporciona apoio ferramental ao inspetor quando este realiza inspeções de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis. TIMEG possui foco na atividade de detecção de defeitos do processo de inspeção descrito por [Sauer et al. \(2000\)](#). A ferramenta também age como um repositório, disponibilizando *checklists* para a detecção de defeitos, sem precisar buscá-los em revisões bibliográficas. O objetivo da ferramenta é prover ao inspetor um meio de utilizar os *checklists* de inspeção para identificar e descrever possíveis defeitos presentes nos jogos avaliados. Como diferencial, TIMEG também possibilita a obtenção de dados relevantes caso o jogo educacional esteja disponível na loja de aplicativos online da *Google*. Nesse contexto, a ferramenta permite apresentar comentários dos usuários e gerar uma nuvem de palavras que servem para que o inspetor tenha uma ideia sobre a opinião dos usuários sobre uma versão do jogo disponível para download.

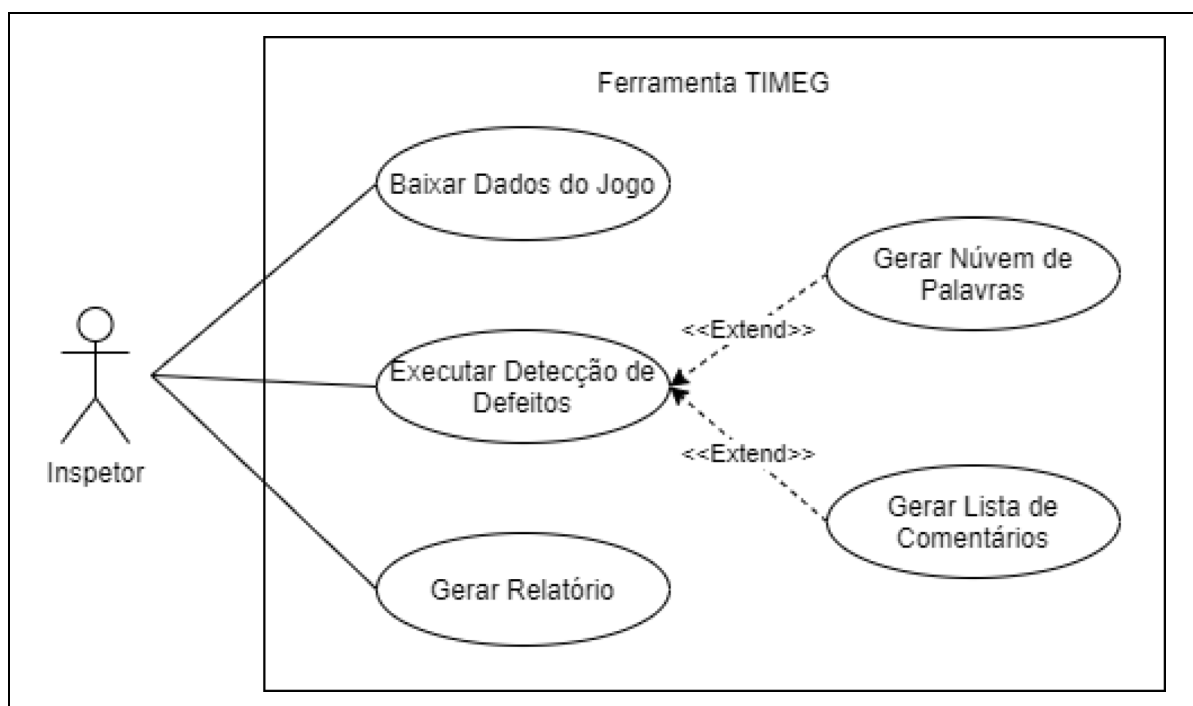
A Figura 5.1 apresenta a visão geral da ferramenta TIMEG por meio de um diagrama de casos de uso. A ferramenta permite avaliar um jogo educacional digital móvel que pode estar em processo de desenvolvimento ou que já está disponível na loja *Google Play Store*. Como resultado da avaliação, essa ferramenta oferece aos desenvolvedores dos jogos educacionais digitais móveis um relatório textual contendo os possíveis defeitos identificados pelo inspetor. As próximas subseções apresentam os principais módulos da ferramenta.

5.3.1 Módulo 1: Disponibilização dos *Checklists*

A ferramenta TIMEG possui um repositório com 3 *checklists* de inspeção para jogos educacionais: IC-MEG; mGBL e PHEG. A Figura 5.2 apresenta a tela onde são manipulados os *checklists*. A ferramenta TIMEG permite ao inspetor escolher qual *checklist* utilizar para inspecionar o jogo educacional móvel através de uma caixa de seleção (Figura 5.2 - Passo 1). Após iniciar a inspeção, os itens de checagem referentes ao *checklist* selecionado são carregados na tela, organizados pelas categorias dos itens. Também são mostrados, ao lado das categorias, informações gerais sobre quantos itens foram verificados pelo inspetor, além de quantos defeitos foram encontrados (Figura 5.2 - Passo 2).

Na Figura 5.3, é mostrado como é feito um cadastro de um defeito. Quando o inspetor definir que um determinado item do *checklist* foi infringido e esse item for marcado como um defeito, será possível cadastrar: (1) a descrição geral do defeito; (2) a localização

Figura 5.1 – Diagrama de caso de uso da ferramenta TIMEG



Fonte: acervo do autor

Figura 5.2 – Tela de seleção e visualização do checklist

Selecione o checklist	
IC-MEG	Iniciar
Categoria: Interface do usuário	(1 de 23 itens verificados com 1 defeito identificado)
Categoria: Pedagogia	(0 de 12 itens verificados com 0 defeito identificado)
Categoria: Conteúdo	(0 de 14 itens verificados com 0 defeito identificado)
Categoria: Aprendizagem percebida	(0 de 4 itens verificados com 0 defeito identificado)
Categoria: Multimídia	(4 de 4 itens verificados com 1 defeito identificado)
Categoria: Jogabilidade	(0 de 17 itens verificados com 0 defeito identificado)
Categoria: Interação social	(1 de 2 itens verificados com 1 defeito identificado)
Categoria: Mobilidade	(0 de 7 itens verificados com 0 defeito identificado)

Fonte: acervo do autor

do defeito, que descreve onde encontrar o defeito; (3) uma imagem com o defeito, permitindo adicionar um *print* da interface mostrando o defeito; e (4) o grau de severidade do defeito, podendo ser baixo, médio ou alto.

Figura 5.3 – Tela de cadastro de um defeito

Seleção do checklist
IC-MEG [v] Iniciar

Categoria: Interação social (1 de 2 itens verificados com 1 defeito identificado)

É defeito? [x]sim []não [ISO1] O jogo possui um modo multijogadores online?

Descrição do problema (1)

Localização do problema (2)

Adicionar print (3)

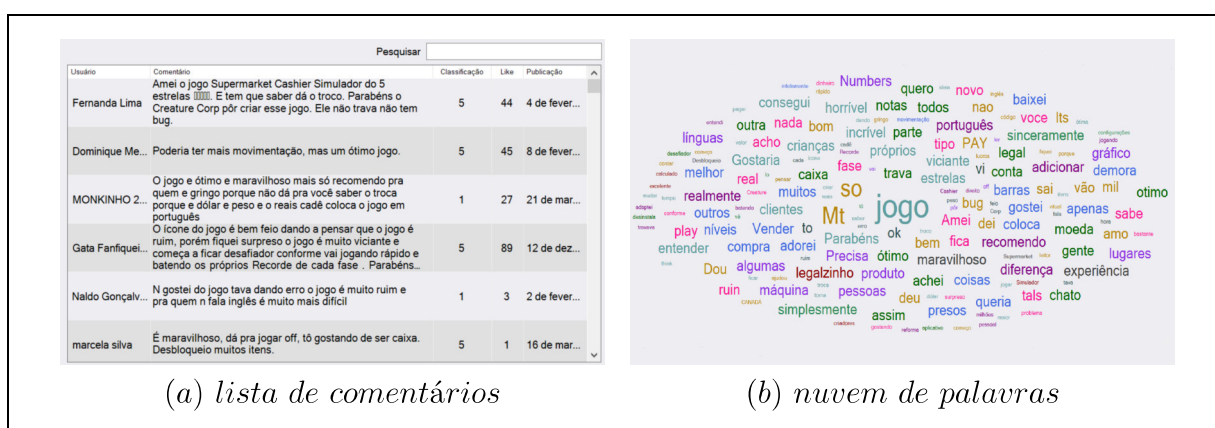
Nível de severidade/prioridade: Baixa (4)

Fonte: acervo do autor

5.3.2 Módulo 2: Relatórios de Apoio

Além dos *checklists* apresentados na ferramenta, a mesma disponibiliza também mais dois relatórios opcionais, mostrados na Figura 5.4, que podem auxiliar o inspetor na tomada de decisões sobre o registro de defeitos: (1) lista de comentários e (2) nuvem de palavras. Esses relatórios podem ser gerados caso jogo educacional móvel a ser avaliado já esteja disponível na loja de aplicativos online da *Google*, pois esses relatórios utilizam os comentários dos usuários como base para sua construção. Como a *Google Play Store* não possui uma API (*Application Programming Interface*) pública que disponibiliza todos os comentários de um aplicativo do catálogo, a ferramenta TIMEG possui um *Web Crawler* interno responsável por realizar o download dos comentários do jogo a ser inspecionado.

Figura 5.4 – Relatórios de apoio da ferramenta TIMEG



Fonte: acervo do autor

Na lista de comentários, (ver Figura 5.4a), é possível visualizar todos os comentários feitos pelos usuários sobre o aplicativo e ordená-los pelo nome dos usuários, quantidade de curtidas, classificação de estrelas e por data de publicação. Também, é possível buscar um

comentário específico através de um sistema de busca que filtra conforme os termos de busca informados pelo inspetor.

A nuvem de palavras (ver Figura 5.4b) é formada a partir das palavras dos comentários baixados. Nesse relatório são destacadas com maior ênfase as palavras com maior ocorrência nos comentários feitos pelos usuários. Por exemplo, nesse relatório podem aparecer palavras como: (a) "trava", "bug" que podem indicar ao inspetor a existência de alguma inconsistência em funcionalidades do jogo; (b) "chato", "repetitivo" que podem indicar alguma mecânica que não atraia muito o jogador; entre outros comentários. Dessa forma, tanto a lista de comentários como a nuvem de palavras podem mostrar informações gerais da opinião dos usuários dos jogos avaliados, o que pode auxiliar os inspetores no processo de inspeção.

5.3.3 Módulo 3: Relatório de Defeitos

A ferramenta TIMEG permite gerar um relatório textual dos defeitos identificados durante a inspeção do jogo educacional digital móvel, com exportação para um documento impresso e/ou um documento digital em formato PDF (*Portable Document Format*). A Figura 5.5 mostra a tela do relatório de defeitos, gerado pela ferramenta TIMEG, que contém no cabeçalho informações como o nome do jogo educacional digital móvel que foi inspecionado, a data e hora da inspeção, o tempo de duração da inspeção e o *checklist* utilizado.

No corpo do relatório são apresentados os itens marcados como defeitos pelo inspetor, todos ordenados pelo grau de severidade do defeito sugerido pelo inspetor. Dentro de cada grupo, os itens são agrupados também pelas categorias definidas pelos autores dos *checklists*. Os itens mostrados possuem: (1) o código do item, (2) a descrição do item proposto pelos autores respectivos de cada *checklist*; (3) a descrição do defeito; (4) a localização do defeito e (5) um *print* do defeito adicionado pelo inspetor.

5.4 Exemplo de Uso da Ferramenta

Para exemplificar o uso da ferramenta foi escolhido o jogo educacional *Supermarket Cashier Simulator - Money Math Game*¹ disponível na loja de aplicativos online *Google Play Store*, pois o mesmo possui nota 3.5 estrelas (no momento da seleção), indicando baixa satisfação dos usuários. No jogo, o jogador desempenha o papel de caixa de supermercado para ensinar as operações básicas de matemática.

O inspetor precisa se familiarizar com o jogo educacional digital móvel que está sendo avaliado; desse modo, a utilização do jogo é recomendada para fazer com que o

¹ play.google.com/store/apps/details?id=com.creaturecorp.supermarketcashier.android

Figura 5.5 – Tela simplificada do relatório de defeitos

Relatório de erros

Aplicativo: Jogo de matemática
Data da inspeção: segunda-feira, 17 de maio de 2021
Tempo médio da inspeção: 00:36:08
Técnica utilizada: IC-MEG

Severidade: Alta

Interface do usuário

IU15 - Os controles são flexíveis?

Severidade: Média

Multimídia

MM02 - A combinação dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis?

Severidade: Baixa

Interação social

IS01 - O jogo possui um modo multijogadores online?

Fonte: acervo do autor

inspetor entenda a proposta do jogo, a interface do usuário, a usabilidade, a jogabilidade, dentre outras. Dessa forma, é facilitada a realização da inspeção. Após experimentar o jogo, o inspetor pode usar a ferramenta TIMEG para utilizar os *checklists* de inspeção. A ferramenta TIMEG utiliza um arquivo de inspeção para salvar todo o progresso do inspetor (sobre a extensão de arquivos: *.timeg). A Figura 5.6 apresenta a tela de criação de um novo arquivo de inspeção. O inspetor deve criar um arquivo de inspeção informando o nome do aplicativo (Passo 1) e o local de salvamento do arquivo de inspeção (Passo 3). Como o jogo educacional está presente na loja online, já existem algumas avaliações dos usuários disponíveis. Portanto, opcionalmente, a ferramenta TIMEG pode obter essas informações por meio do identificador do aplicativo disponível no *Google Play Store* que é informado. Esse código é informado no campo mostrado na Figura 5.6 - Passo 2.

Quando for criado o arquivo de inspeção, o *Web Crawler* interno da ferramenta baixará todos os comentários do jogo presentes na loja *Google Play Store* e irá gerar dois relatórios de apoio, a lista de comentários (ver Figura 5.4a) e nuvem de palavras (ver Figura 5.4b) que darão ao inspetor uma visão geral da opinião dos usuários.

Após o carregamento do sistema, incluindo a geração dos relatórios de apoio com base nos dados dos usuários, o inspetor informará na ferramenta qual *checklist* deseja utilizar para realizar a inspeção. Assim, a ferramenta mostrará os itens do *checklist* que deverão ser lidos e avaliados (ver Figura 5.2). Quando um defeito for encontrado, a ferramenta disponibilizará os campos para descrever o possível defeito (ver Figura

Figura 5.6 – Tela de criação de um novo arquivo de inspeção

Novo Projeto

1 Nome do aplicativo
Jogo de matemática

Esse aplicativo está disponível na Google Play Store?
Sim

*Se o identificador do aplicativo for informado será possível apresentar informações como nuvem de palavras e comentários

2 Identificador do aplicativo
com.creaturecorp.supermarketcashier.android

3 Diretório onde irá salvar o projeto
C:\Users\Lab07\Desktop\Inspeção do Jogo

Voltar Criar

Fonte: acervo do autor

5.3). Finalmente, ao concluir a inspeção, a ferramenta irá gerar um relatório de defeitos identificados pelo inspetor (ver Figura 5.5) e disponibilizará a opção de exportar o relatório; podendo ser compartilhado com outro inspetor ou a equipe de desenvolvimento.

Leitores interessados em acompanhar o processo de detecção de defeitos apoiado pela ferramenta TIMEG podem visualizar um vídeo em que as funcionalidades da ferramenta são utilizadas em conjunto. O vídeo se encontra na plataforma *YouTube*². Além disso, o código fonte também pode ser encontrado no repositório *Github*³.

5.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a ferramenta TIMEG, uma ferramenta para apoiar equipes ao identificar defeitos em jogos educacionais digitais móveis. De maneira geral, a ferramenta contribui no processo de inspeção, pois: (1) disponibiliza os principais *checklists* de inspeção para o contexto de jogos educacionais digitais móveis; (2) disponibiliza funcionalidades para o apoio à identificação e registro de defeitos, além da geração de relatórios; e (3) utiliza dados externos provenientes da loja de aplicativos online da *Google* para gerar relatórios que apresentam uma visão geral da opinião dos usuários para os inspetores. No próximo capítulo, será apresentado um estudo experimental com o objetivo de avaliar a viabilidade e a aceitação das tecnologias desenvolvidas: o *checklist* IC-MEG e a ferramenta TIMEG.

² Link para o Vídeo: https://youtu.be/_eJypsNXhmA

³ Link para Download: <https://github.com/Kastney/TIMEG>

6 Avaliação das Tecnologias Desenvolvidas

Neste capítulo são apresentadas as avaliações das tecnologias IC-MEG e TIMEG desenvolvidas nessa pesquisa. Serão descritos o planejamento e a execução do estudo experimental realizado para avaliar o desempenho e a aceitação dessas tecnologias. O experimento teve duas perspectivas: a primeira focada na avaliação do desempenho e a aceitação dos checklists IC-MEG, mGBL e PHEG; a segunda perspectiva será focada na avaliação da aceitação da ferramenta de apoio TIMEG. Os resultados indicaram que as tecnologias desenvolvidas possuem utilidade do ponto de vista de engenheiros de software iniciantes. Por outro lado, algumas oportunidades de melhorias foram indicadas e incorporadas na versão final das tecnologias desenvolvidas.

6.1 Introdução do Capítulo

Com a finalidade de avaliar o *checklist* de inspeção IC-MEG juntamente com a ferramenta TIMEG, este capítulo apresenta um estudo experimental como o objetivo de avaliar a aceitação e o desempenho das tecnologias desenvolvidas nesta pesquisa. Para isso, o estudo foi realizado com um conjunto de engenheiros de softwares iniciantes ou com alguma experiência de mercado.

O estudo experimental foi pensado para poder ter duas perspectivas de avaliação com: (1) foco na avaliação do *checklist* de inspeção IC-MEG; e (2) foco na avaliação da ferramenta de apoio TIMEG. Esse estudo experimental foi desenvolvido no período da pandemia da Covid-19 ocasionando dificuldades de recrutamento dos participantes. Portanto, achou-se viável realizar o estudo com um grupo de participantes reduzido e por conveniência e avaliar ao mesmo tempo o *checklist* e a ferramenta.

Ambas avaliações utilizaram o modelo de aceitação de tecnologias TAM (*Technology Acceptance Model*) (DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 1989). O TAM foi escolhido pois, é um dos mais influentes para mensurar a aceitação de uma tecnologia pelos usuários, com vários relatos de comprovação experimental (HU et al., 2009). Três conceitos serão utilizados nessa avaliação (DAVIS; VENKATESH, 1996): (U) percepção sobre a utilidade percebida; (FU) percepção sobre a facilidade de uso percebida; e (IU) percepção sobre a intenção de uso futuro percebida. Com base nas informações coletadas, o modelo dá indícios sobre uma atitude positiva do usuário ao usar a tecnologia avaliada.

Diante do exposto, a finalidade do estudo experimental é obter indícios de viabilidade das tecnologias desenvolvidas nesta pesquisa. A seguir, é apresentada a organização do restante desse capítulo. A Seção 6.2 apresenta o planejamento e execução do estudo experimental, contendo descrições sobre os participantes, materiais utilizados, execução e coleta dos dados. A Seção 6.3 descreve os resultados da avaliação dos *checklists* IC-MEG, mGBL e PHEG. Já a Seção 6.4 descreve os resultados da avaliação do apoio ferramental TIMEG. Por fim, a Seção 6.5, conclui esse capítulo.

6.2 Descrição do Estudo Experimental

O objetivo deste estudo experimental foi analisar os *checklists* de inspeção de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis; com o propósito de categorizar a sua viabilidade de uso, foram utilizados os indicadores de eficácia, eficiência, facilidade de uso percebida, utilidade percebida, intenção de uso futuro percebida e relevância. Com o ponto de vista de engenheiros de softwares iniciantes e com alguma experiência de mercado ao utilizarem *checklists* em uma inspeção de um jogo educacional digital móvel existente. Durante a realização do estudo experimental, foram controladas as seguintes variáveis independentes: (1) os *checklists* de inspeção para jogos educacionais digitais móveis: IC-MEG, mGBL e PHEG; (2) a ferramenta de apoio para a inspeção TIMEG; (3) o jogo educacional móvel que foi inspecionado e (4) a experiência dos inspetores que participaram do estudo. Também foram monitoradas as seguintes variáveis dependentes: (1) a quantidade de defeitos encontrados; (2) a quantidade de falsos positivos; (3) o tempo para a realização da inspeção; (4) a eficácia; e (5) a eficiência. Além disso, as opiniões dos inspetores após a inspeção foram coletadas para serem utilizadas pelo modelo TAM e para melhor compreender os resultados deste estudo.

6.2.1 Participantes do Estudo

O estudo experimental foi realizado entre Maio e Junho de 2021, com a presença de alunos de ciência da computação, com pesquisadores do laboratório de engenharia de software da Universidade Federal do Maranhão e com a presença de profissionais de desenvolvimento de softwares com experiência de mercado. Ao todo 23 pessoas participaram desse estudo; do quais, 17 são alunos de graduação; 3 são alunos do mestrado e 3 são profissionais de desenvolvimento de softwares; com idades variando entre 19 à 32 anos.

Todos os participantes deste estudo experimental assinaram um termo de consentimento e responderam um formulário de caracterização para melhor agrupá-los pelas suas experiências individuais. O formulário de caracterização continha perguntas sobre: (1) experiência no desenvolvimento de jogos educacionais móveis; (2) experiência em inspeção de software e (3) experiência na utilização de *checklists*. O formulário também

continha perguntas sobre o grau de escolaridade e experiência dos profissionais. Por meio dessas perguntas, os participantes foram categorizados como tendo Baixa, Média ou Alta experiência, conforme suas respostas. Os participantes foram divididos em três grupos. Cada grupo utilizou um *checklist* diferente. As respostas do formulário de categorização foram utilizadas para obter um balanceamento das experiências dos participantes e evitar que um grupo tenha mais experiências do que os outros. A Tabela 6.1 apresenta as experiências dos participantes do estudo experimental enquanto a sua escolaridade, experiência de desenvolvimento, experiência com jogos educacionais, experiência com inspeção e experiência com o uso de *checklists*. Os participantes foram agrupados de maneira que cada grupo de *checklist* tenha um certo equilíbrio de experiências, para que não houvessem viés nos resultados das inspeções.

Tabela 6.1 – Experiência dos participantes do estudo experimental agrupados por grupo de checklist

Grupo	Inspetor	Escolaridade	XP Dev.	XP Jog. Edu.	XP Inspeção	XP Checklist
IC-MEG	I01	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Baixo
	I02	Médio	Médio	Baixo	Médio	Baixo
	I03	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
	I04	Baixo	Médio	Médio	Baixo	Baixo
	I05	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
	I06	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Baixo
	I07	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
	I08	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Baixo
mGBL	I09	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Médio
	I10	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
	I11	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
	I12	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
	I13	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
	I14	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
	I15	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
	I16	Baixo	Médio	Baixo	Alto	Médio
PHEG	I17	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
	I18	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
	I19	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Médio
	I20	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Baixo
	I21	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Baixo
	I22	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo

	I23	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
--	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Além dos participantes mencionado até o momento, outros participantes também foram considerado nesse estudo experimental, como: (1) um engenheiro de software com experiência em inspeção de software, responsável por validar todos os materiais e instrumentações do estudo experimental; (2) um moderador responsável pelo planejamento, auxílio dos participantes na execução das inspeções e na coleta dos dados; e (3) dois engenheiros de software com experiências em inspeção de software, responsáveis pela discriminação dos dados e verificando se as discrepâncias relatadas pelos inspetores são de fato defeitos ou apenas falsos positivos.

6.2.2 Materiais Utilizados

Cada uma das 3 equipes do estudo utilizaram um dos *checklists* de inspeção de jogos educacionais móveis (IC-MEG, mGBL ou PHEG) para inspecionar um jogo educacional móvel disponível na loja online *Google Play Store*. Dessa forma foi escolhido aleatoriamente o jogo educacional móvel *Supermarket Cashier Simulator - Money Math Game*¹; um jogo que põe o usuário como um caixa de um supermercado, para receber pagamentos e passar o troco quando necessário; dessa forma, ensinando as operações de matemática básica como a adição e a multiplicação. Este jogo possuía, na loja online, uma avaliação de 3.5 estrelas (no momento em que foi selecionado para o estudo) indicando a possibilidade de conter defeitos; assim tornando-o habilitado para ser utilizado por esse experimento. As 3 equipes receberam um arquivo com instruções respectivas aos *checklists* que estavam utilizando. Nesse arquivo com as instruções, existiam descrições sobre:

1. Como baixar e instalar, em seu dispositivo, o jogo educacional digital móvel indicado.
2. Um roteiro com tarefas que o inspetor precisaria fazer com o jogo educacional digital móvel instalado, para que este possuísse algum contato e se familiarizasse com a proposta, a mecânica, os controles e a interface do jogo a ser inspecionado. A Tabela 6.2 contém o roteiro da tarefas; onde, os termos *Timed* e *Untimed* são modos de jogo onde o tempo é ou não é considerado nos níveis do jogo, respectivamente.
3. Uma descrição sobre como baixar e instalar a ferramenta de apoio TIMEG para a inspeção do jogo educacionais móveis.

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.creaturecorp.supermarketcashier.android>

4. Instruções de como criar um arquivo de inspeção e qual *checklist* o inspetor deve utilizar na ferramenta TIMEG para realiza a inspeção do jogo indicado.
5. Um formulário de avaliação pós-inspeção para a avaliação do *checklist* de inspeção que foi utilizado no experimento. No formulário existe questões objetivas, utilizando a escala *Likert*, para o modelo de avaliação TAM (ver Tabela 6.3); e perguntas subjetivas para identificar: (1) possíveis aspectos de maiores dificuldades no uso do *checklist* de inspeção; e (2) Avaliar possíveis mudanças e/ou melhorias do *checklist* de inspeção.
6. Um formulário de avaliação pós-inspeção para a avaliação da ferramenta de apoio a inspeção TIMEG. No formulário existe questões objetivas que utiliza a escala *Likert* para o modelo de avaliação TAM (ver Tabela 6.4); e perguntas subjetivas para identificar: (1) possíveis aspectos de maiores dificuldades na utilização da ferramenta; (2) identificar se os relatórios gerados são completos ou não; e (3) avaliar possíveis mudanças e melhorias da ferramenta.

Tabela 6.2 – Roteiro de uso do aplicativo Supermarket CashierSimulator - Money Math Game

Tarefa	Descrição
1	Completar os 7 primeiros níveis do jogo no modo Untimed
2	Completar um dos níveis do jogo no modo Timed
3	Navegar pelos menus do jogo e mudar as configurações

As respostas das questões objetivas dos formulários de avaliações pós-inspeção foram dadas sobre a escala *Likert* (MCIVER; CARMINES, 1981) com quatro opções de respostas: (1) Concordo Totalmente; (2) Concordo Parcialmente; (3) Discordo Parcialmente; e (4) Discordo Totalmente. O inspetor podia responder as questões conforme o seu grau de concordância sobre os itens de facilidade de uso percebida (FU); utilidade percebida (U) e intenção de uso futuro percebida (IU). Para evitar que os inspetores não deem as suas opiniões sobre uma dessas questões objetivas, não foi considerada a opção “Neutro” ou “Nem Discordo e Nem Concordo”.

A Tabela 6.3 contém as questões objetivas para a avaliação dos *checklists* de inspeção para jogos educacionais digitais móveis, por meio do modelo de aceitação de tecnologias TAM, adaptada do trabalho de Davis, Bagozzi e Warshaw (1989). Essa tabela está organizada em três colunas: (1) o código da questão, os códigos possuem no início o caractere 'c' para identificar que essas questões são para avaliar os *checklists*; (2) o aspecto

geral da questão; e (3) a descrição da questão em si, com um detalhamento do aspecto que está sendo avaliado. Também, as 7 primeiras questões da tabela são sobre a facilidade de uso percebida, as próximas, 7 questões são sobre a utilidade percebida; e as 3 últimas questões são sobre a intenção de uso percebido.

Tabela 6.3 – Questões utilizadas para realizar a avaliação do checklist de inspeção de jogos educacionais móveis com o modelo TAM

Cód.	Aspecto	Descrição
Facilidade de uso percebido		
cFU1	Confusão	Para mim ficou claro como utilizar o checklist para avaliar jogos educacionais digitais móveis.
cFU2	Frustração	A interação com o checklist foi uma experiência satisfatória.
cFU3	Esforço mental	O checklist utilizado demandou pouco esforço mental.
cFU4	Incômodo (não complicado)	Eu acho que o checklist utilizado é fácil de usar.
cFU5	Compreensível	O checklist utilizado foi claro e fácil de usar.
cFU6	Fácil de lembrar	É fácil para mim lembrar como utilizar o checklist para avaliar o jogo.
cFU7	Fácil de usar	De maneira geral, eu acho fácil encontrar defeitos em jogos educacionais digitais móveis com o checklist utilizado.
Utilidade percebido		
cU1	Desempenho no trabalho	O checklist utilizado melhora o meu desempenho ao identificar defeitos em jogos educacionais móveis.
cU2	Economia de tempo	O checklist utilizado me permite economizar tempo.
cU3	Trabalho mais rápido	O checklist utilizado me permite realizar a inspeção de jogos educacionais móveis mais rapidamente.
cU4	Eficácia	O checklist utilizado aumenta minha eficácia ao identificar defeitos em jogos educacionais digitais móveis.
cU5	Qualidade no trabalho	O checklist utilizado melhora a qualidade na atividade de identificação de defeitos em jogos educacionais digitais móveis.
cU6	Aumento de produtividade	O checklist utilizado melhora a minha produtividade ao identificar defeitos em jogos educacionais digitais móveis.

Continua na próxima página

Tabela 6.3 – *Prévia na página anterior*

cU7	É útil	Eu acho que o checklist é útil para encontrar defeitos em jogos educacionais digitais móveis.
intenção de uso futuro percebido		
ciU1	Pretende usar	Assumindo que eu tenha acesso ao checklist, pretendo usá-lo para identificar defeitos em jogos educacionais digitais móveis.
ciU2	Prever usar	Assumindo que eu tenha acesso ao checklist, eu prevejo que eu a usaria para encontrar defeitos em um jogo educacional digital móvel.
ciU3	Novo uso em próximos dias	Eu pretendo usar o checklist para encontrar defeitos em um jogo educacional digital móvel no próximo mês.

A Tabela 6.4 contém as questões objetivas para a avaliação da ferramenta TIMEG, por meio do modelo de aceitação de tecnologias TAM, também adaptada do trabalho de Davis, Bagozzi e Warshaw (1989). Essa tabela também está organizada em três colunas: (1) o código da questão, os códigos possuem no início o caractere 'f' para identificar que essas questões são para avaliar a ferramenta TIMEG; (2) o aspecto geral da questão; e (3) a descrição da questão em si, com um detalhamento do aspecto que está sendo avaliado. Também, as 10 primeiras questões da tabela são sobre a facilidade de uso percebida, as próximas, 9 questões são sobre a utilidade percebida; e as 3 últimas questões são sobre a intenção de uso percebido.

Tabela 6.4 – Questões utilizadas para realizar a avaliação da ferramenta TIMEG com o modelo TAM

Cód.	Aspecto	Descrição
Facilidade de uso percebido		
ffU1	Confusão	Para mim ficou claro como utilizar a ferramenta para avaliar jogos educacionais móveis.
ffU2	Frustração	A interação com a ferramenta foi uma experiência satisfatória.
ffU3	Esforço mental	A Ferramenta utilizada demandou pouco esforço mental.
ffU4	Rígido e inflexível	A ferramenta TIMEG oferece flexibilidade durante a interação.
ffU5	Controlável	Acho fácil fazer que a ferramenta TIMEG faça o que eu quero.

Continua na próxima página

Tabela 6.4 – *Prévia na página anterior*

ffU6	Comportamento inesperado	A ferramenta TIMEG se comporta como esperado.
ffU7	Incômodo (não complicado)	Eu acho que a ferramenta TIMEG é fácil de usar.
ffU8	Compreensível	A ferramenta TIMEG é clara e fácil de entender.
ffU9	Fácil de lembrar	É fácil para mim lembrar como utilizar as funcionalidades da ferramenta TIMEG para avaliar jogos educacionais móveis.
ffU10	Fácil de usar	De maneira geral, eu acho fácil reportar defeitos em jogos educacionais móveis utilizando a ferramenta TIMEG
Utilidade percebido		
fU1	Desempenho no trabalho	A ferramenta TIMEG melhora o meu desempenho ao identificar defeitos em jogos educacionais móveis.
fU2	Economia de tempo	A ferramenta TIMEG me permite economizar tempo.
fU3	Trabalho mais rápido	A ferramenta TIMEG me permite realizar a inspeção de jogos educacionais móveis mais rapidamente.
fU4	Realizar mais trabalhos	Usar a ferramenta TIMEG me permite ser mais produtivo em inspeções do que seria possível com outras ferramentas/processos.
fU5	Reduz tempo improdutivo	Usar a ferramenta TIMEG reduz o tempo que gasto em atividades improdutivas, mas necessárias durante a inspeção.
fU6	Eficácia:	A ferramenta TIMEG aumenta minha eficácia durante a inspeções de jogos educacionais móveis.
fU7	Qualidade no trabalho	A ferramenta TIMEG melhora a qualidade do trabalho relacionado com inspeções de jogos educacionais móveis.
fU8	Aumento de produtividade	A ferramenta TIMEG melhora a minha produtividade ao identificar defeitos em jogos educacionais móveis.
fU9	É útil	Eu acho que a ferramenta TIMEG é útil para relatar defeitos em jogos educacionais móveis.
intenção de uso futuro percebido		
fIU1	Pretende usar	Assumindo que eu tenha acesso a ferramenta TIMEG, pretendo usá-lo para identificar defeitos em jogos educacionais móveis.
fIU2	Prever usar	Assumindo que eu tenha acesso a ferramenta TIMEG, eu prevejo que eu a usaria para encontrar defeitos em um jogo educacional móvel.

Continua na próxima página

Tabela 6.4 – *Prévia na página anterior*

fIU3	Novo uso em próximos dias	Eu pretendo usar a ferramenta TIMEG para encontrar defeitos em um jogo educacional móvel no próximo mês.
------	---------------------------	--

6.2.3 Execução da Inspeção do Jogo Educacional Móvel

Para realizar a inspeção do jogo educacional, utilizando um dos *checklists*, cada participante precisaria ter algum conhecimento sobre a inspeção de software. Desse modo, os participantes que possuíam pouca experiência em inspeção receberam um treinamento de 4 horas sobre o processo de inspeção de software, com ênfase na detecção de defeitos com *checklists* de inspeção. As informações sobre a experiência dos participantes foram retiradas do formulário de caracterização (ver Tabela 6.1).

O processo de inspeção desse estudo aconteceu de forma remota e online. Cada um dos inspetores foram instruídos a utilizarem somente um *checklist* de inspeção, respectivo ao seu grupo. Também, os inspetores não tiveram contatos ou interagiram entre si durante o processo de inspeção. Essas medidas foram tomadas para evitar resultados enviesados, pois ter contato com os outros *checklists* ou a interação com outros inspetores podem afetar o desempenho geral ou as opiniões dos inspetores. Cada inspetor teve em média 7 dias para concluir suas atividades. Isso inclui baixar e instalar o jogo educacional digital móvel indicado em seus dispositivos móveis; terem experimentado o jogo para ter contato com a proposta, a mecânica, a interface, a jogabilidade, dentre outros; ter baixado, instalado e configurado a ferramenta TIMEG para realizar a inspeção do jogo, utilizando o *checklist* indicado pelas instruções; e gerar um relatório com todas as discrepâncias detectadas durante esse processo.

Após a conclusão de suas atividades; cada inspetor enviou o relatório gerado pela ferramenta TIMEG com as discrepâncias encontradas, juntamente com os arquivos de *Logs* gerados também pela ferramenta. Também, foi enviado os formulários de avaliação pós-inspeção com as opiniões dos inspetores sobre a ferramenta TIMEG (ver Tabela 6.4) e sobre o *checklist* que foi utilizado (ver Tabela 6.3).

6.2.4 Coleta dos Dados

Após todos os relatórios, com as discrepâncias, terem sido enviados. O moderador, responsável pela coleta de dados, verificou se todos os relatórios com as discrepâncias estavam com informações corretas para a análise posterior. Informações incorretas ou ausentes eram notificadas aos inspetores para que estes pudessem corrigi-las. Todas as discrepâncias foram coletadas e reunidas em um novo relatório unificado; as discrepâncias repetidas eram desconsideradas e removidas.

Após a criação do novo relatório com todas as discrepâncias, ocorreu uma reunião de discriminação. Nesta reunião estavam o moderador e mais dois pesquisadores, engenheiros de software com alta experiência em inspeção de softwares, que não participaram do estudo até o momento. Nesta reunião, para cada discrepância descrita no relatório, era verificado se este era de fato um defeito ou apenas um falso positivo. Para reduzir o viés de opiniões tendenciosas, o moderador não classificou nenhuma das discrepâncias relatadas; apenas os outros dois pesquisadores com alta experiência classificaram.

Foram enviados e considerados 23 relatórios com as discrepâncias; onde, 8 desses são do *checklist* IC-MEG; 8 são do *checklist* mGBL; e 7 são do *checklist* PHEG. Ao todo, 66 discrepâncias foram relatadas (eliminando as repetidas), dos quais, 53 eram de fato defeitos reais. Além disso, todos os dados dos formulários de avaliação pós-inspeção referente ao modelo de avaliação TAM foram compilados em gráficos e serão discutidos nas seções seguintes.

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados do estudo. Primeiramente serão analisados os *checklists* de inspeção de jogos educacionais móveis; sobre a perspectiva da análise quantitativa, análise com o modelo TAM, uma análise da relevância dos defeitos encontrados e uma análise qualitativa. Logo depois, será analisada a ferramenta de apoio TIMEG sobre a perspectiva da análise com o modelo TAM e da análise qualitativa.

6.3 Avaliação dos Checklists de Inspeção IC-MEG, mGBL e PHEG

Nessa seção são discutidos os resultados da avaliação dos *checklist* de inspeção IC-MEG, mGBL e PHEG. Para isso, são utilizadas 4 perspectivas de avaliação: (1) Avaliação Quantitativa, uma avaliação voltada para os dados quantitativos coletados; (2) Avaliação com o modelo TAM, voltada para os dados objetivos coletados do formulário de avaliação pós-inspeção sobre os *checklists*; (3) Avaliação de relevância dos defeitos encontrados, voltada na comparação dos resultados dos inspetores e com os comentários dos usuários; e (4) uma análise qualitativa das opiniões dos inspetores, com os dados subjetivos coletados do formulário de avaliação pós-inspeção sobre os *checklists*. As subseções a seguir apresentaram, com mais detalhes, cada uma dessas perspectivas de avaliação.

6.3.1 Avaliação Quantitativa

Foi definida algumas características para esse cenário da análise qualitativa. Com essas características descrita do estudo experimental é possível definir o teste estatístico ideal para essa análise. Aqui são definidas as variáveis do estudo. Foi definida apenas uma variável independente chamada "GRUPO"; essa é uma variável qualitativa nominal que serve para informar qual grupo de itens de checagem (*checklist*) foi utilizado pelo participante. Essa variável contém 3 possíveis opções de resposta: "IC-MEG", "mGBL" e

"PHEG". Foram definidas duas variáveis dependentes: "EFICÁCIA" e "EFICIÊNCIA". Ambas as variáveis servem para medir o desempenho do participante do estudo e são do tipo quantitativa contínua. Essas medidas são explicadas com mais detalhes no decorrer da seção.

Os dados coletados são do tipo Não Pareados, ou seja, os grupos de participantes não possuem dependências entre si. Dessa forma, não existe a repetição de participantes nos dados coletados. Foi pensado assim para que não exista viés ou influência de um participante que já conhece um *checklist* e compara ou influencia seu comportamento com outros *checklists*. Sendo assim, nessa avaliação quantitativa será utilizado o teste estatístico para análise de variância chamado ANOVA (GIRDEN, 1992). Este teste foi escolhido por ser mais apropriado ao designer desse experimento, pois este serve para analisar dados não pareados com 3 grupos na variável independente. As hipóteses para a análise com o teste estatístico ANOVA são:

- H0: Não existe diferença entre o desempenho das medidas de eficácia e/ou eficiência dos grupos analisados.
- H1: Há pelo menos um grupo com desempenho das medidas de eficácia e/ou eficiência diferente.

O ANOVA gera um parâmetro 'P' com o resultado da análise estatística entre os grupos. Se esse valor for $P > 0.05$, isso indica que as medidas de eficácia e/ou eficiência não possuem diferença estatística significativa; confirmando a hipótese H0. Se esse valor for $P < 0.05$, indica que as medidas de eficácia e/ou eficiência são estatisticamente diferentes; o que confirma a hipótese H1. O ANOVA apenas calcula se há ou não há diferenças estatísticas significativas entre os grupos analisados por meio do valor de 'P'; caso haja alguma diferença estatística, são necessárias análises complementares que informarão onde ocorreu a diferença estatística entre os grupos; são chamadas de análises *PosHocs* ou comparações múltiplas posteriores.

Para a avaliação quantitativa foi utilizado os resultados da reunião de discriminação para analisar o desempenho dos *checklists* de inspeção. A partir dos dados coletados, contamos o número de problemas reais, os defeitos, e de falsos positivos que os inspetores relataram. Além disso, foram coletados os tempos gastos pelos inspetores por meio dos arquivos de *Log* da ferramenta TIMEG. Ao todo, com a participação de 23 inspetores, foram identificados um total de 66 discrepâncias, sendo dessas, 53 defeitos de fato. A Tabela 6.5 apresenta os resultados individuais de cada inspetor sobre: o *checklist* que foi utilizado; o tempo gasto em horas; o número de discrepâncias (Dis.); o número de defeitos (Def.); e o número de falsos positivos (FP). Por exemplo: o inspetor I01, demorou 29 minutos e 54 segundos para realizar a inspeção; onde, das 66 discrepâncias identificadas, ele identificou apenas 7, sendo que dessas 6 eram de fato defeitos e 1 era um falso positivo.

Tabela 6.5 – Resultados quantitativos individuais e gerais sobre o tempo gasto, total de discrepâncias, defeitos encontrados e falsos positivos dos participantes do estudo experimental

Grupo	Inspetor	Tempo (hora)	Dis.	Def.	FP	Eficácia	Eficiência
IC-MEG	I01	0:29:54	7	6	1	11,32	12,04
	I02	0:28:21	2	2	0	3,77	4,23
	I03	0:14:46	4	4	0	7,55	16,25
	I04	1:15:48	10	9	1	16,98	7,12
	I05	0:12:26	7	7	0	13,21	33,78
	I06	0:59:34	24	23	1	43,40	23,17
	I07	1:17:58	8	8	0	15,09	6,16
	I08	0:31:24	18	14	4	26,42	26,75
mGBL	I09	1:11:36	5	5	0	9,43	4,19
	I10	0:29:59	4	4	0	7,55	8,00
	I11	0:09:20	3	3	0	5,66	19,29
	I12	0:13:46	3	3	0	5,66	13,08
	I13	0:49:53	10	10	0	18,87	12,03
	I14	0:47:12	3	3	0	5,66	3,81
	I15	2:18:32	3	3	0	5,66	1,30
	I16	0:46:05	4	4	0	7,55	5,21
PHEG	I17	0:26:30	5	3	2	5,66	6,79
	I18	0:16:16	4	3	1	5,66	11,07
	I19	0:50:10	8	8	0	15,09	9,57
	I20	0:50:29	9	7	2	13,21	8,32
	I21	1:32:50	8	7	1	13,21	4,52
	I22	0:42:06	6	5	1	9,43	7,13
	I23	0:33:45	4	4	0	7,55	7,11

Com o olhar inicial dos dados da Tabela 6.5, percebe-se que na maioria dos casos, o tempo gasto para a realização de uma inspeção é por volta de 30 minutos; houve a identificação de vários defeitos e poucos falsos positivos. Para melhor entender esses resultados, serão utilizadas as métricas de eficácia e eficiência, as definições de eficácia e eficiência são as mesmas utilizadas pelos autores [Fernandez, Abrahão e Insfran \(2013\)](#).

As Equações 6.1 e 6.2 apresentam as relações de eficácia e eficiência, respectivamente.

Nas equações, 'd' é o total de defeitos que um inspetor identificou na sua inspeção; 'D' é o total de defeitos identificados após a reunião de discriminação; e 't' é o tempo gasto pelo inspetor para realizar a sua inspeção.

$$Eficácia = (d / D) * 100 \quad (6.1)$$

$$Eficiência = d / (t / 60) \quad (6.2)$$

Para exemplificar, calculamos a eficácia e a eficiência do inspetor I01 da Tabela 6.5. O número de defeitos 'd' que este inspetor identificou foi 6, e o número total de defeito 'D' é 53; dessa forma, após aplicar a Equação 6.1, este inspetor possui **11,32 de eficácia**. O tempo gasto 't' do inspetor I01 é 29:54 minutos, após aplicar a Equação 6.2, este inspetor possui **12,04 de eficiência**. As duas últimas colunas da Tabela 6.5 apresenta todos os resultados de eficácia e eficiência por inspetor.

Com os valores de eficácia e eficiência calculados podemos calcular a estatística descritiva dessas variáveis. Para isso, foi utilizado a ferramenta estatística *SPSS² (Statistical Package for the Social Sciences)* da empresa *IBM (International Business Machines Corporation)*, essa ferramenta permite calcular vários tipos de testes estatísticos, além de trazer mais confiança aos cálculos estatísticos dessa pesquisa. Na Tabela 6.6 contém um resumo descritivo dos dados de eficácia e eficiência, gerados pelo SPSS, no que diz respeito a quantidade de participantes 'N', a média, a mediana, o desvio padrão, o limite inferior, o limite superior, o valor mínimo e valor máximo por grupo de *checklist*.

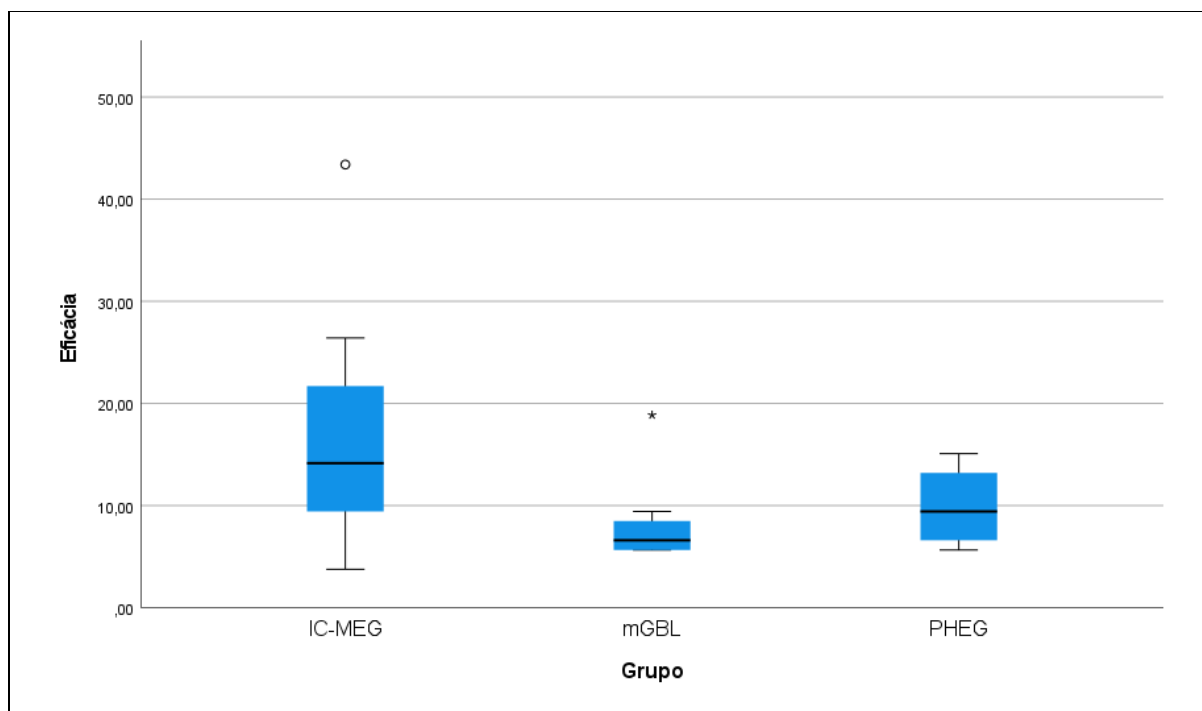
Tabela 6.6 – Estatística Descritiva dos valores de quantidade de participantes, média, mediana, desvio padrão, erro padrão, limite inferior e superior, máximo e mínimo da eficácia e eficiência

		N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior	Mím- imo	Máx- imo
Eficá- cia	IC-MEG	8	17.2170	14.1509	12.53333	4.43120	6.7389	27.6951	3.77	43.40
	mGBL	8	8.2547	6.6038	4.50324	1.59214	4.4899	12.0195	5.66	18.87
	PHEG	7	9.9730	9.4340	3.88427	1.46812	6.3807	13.5654	5.66	15.09
	Total	23	11.8950	9.4340	8.76597	1.82783	8.1043	15.6857	3.77	43.40
Efici- ência	IC-MEG	8	16.1882	14.1465	10.77502	3.80955	7.1800	25.1963	4.23	33.78
	mGBL	8	8.3630	6.6062	6.01227	2.12566	3.3366	13.3894	1.30	19.29
	PHEG	7	7.7867	7.1259	2.11083	0.79782	5.8345	9.7389	4.52	11.07
	Total	23	10.9094	8.0044	8.07782	1.68434	7.4163	14.4025	1.30	33.78

² <https://www.ibm.com/br-pt/analytics/spss-statistics-software>

Todos os dados foram normalizados pela ferramenta SPSS para serem aplicados ao teste ANOVA. Aplicando o teste estatístico ANOVA, na ferramenta SPSS, para os dados de eficácia, o resultado obtido foi ($P = 0,115$). Isso significa que as diferenças nos valores médios entre os grupos de *checklist* não são grandes o suficiente para excluir a possibilidade de que a diferença seja devida à variabilidade dos dados; não há diferença estatisticamente significativa para a eficácia entre os *checklist*. No entanto, pela análise descritiva dos dados, pode ser percebida que a mediana do *checklist* IC-MEG é maior do que os outros *checklists*. O gráfico *Boxplot* (gerado pelo SPSS) que compara o indicador de eficácia é mostrado na Figura 6.1. Ao analisar o gráfico, é possível perceber que o valor da mediana do grupo IC-MEG é maior do que os grupos mGBL e PHEG. Olhando para esse resultado descritivo é sugerido que o *checklist* IC-MEG possuiu uma eficácia promissora em relação aos *checklists* mGBL e PHEG, mesmo não sendo estatisticamente significativos.

Figura 6.1 – Boxplot comparando o indicador de eficácia dos checklists IC-MEG, mGBL e PHEG

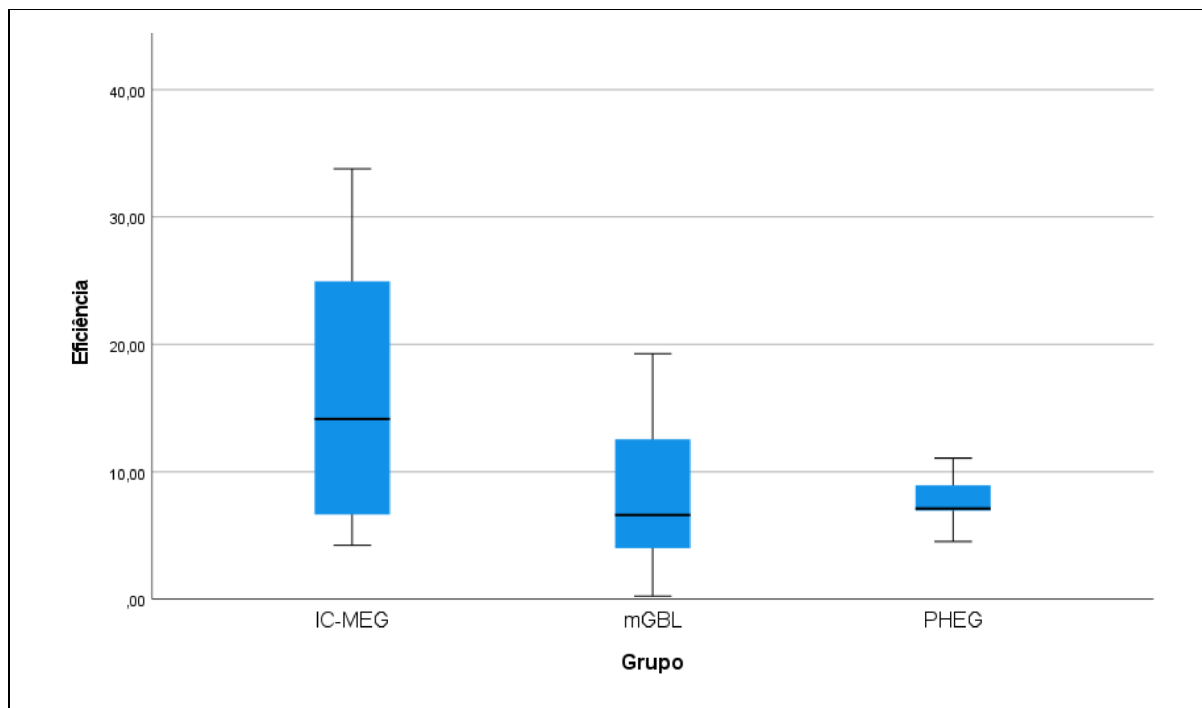


Fonte: acervo do autor

Aplicando o teste estatístico ANOVA, também na ferramenta SPSS, para os dados de eficiência, o resultado obtido foi ($P = 0,133$). Isso significa que as diferenças nos valores médios entre os grupos de *checklist* não são grandes o suficiente para excluir a possibilidade de que a diferença seja devida à variabilidade dos dados; não há diferença estatisticamente significativa para a eficiência entre os *checklist*. No entanto, pela análise descritiva dos dados, pode ser percebida que a mediana do IC-MEG é maior do que os outros *checklists*.

O gráfico *Boxplot* (gerado pelo SPSS) que compara o indicador de eficiência é mostrado na Figura 6.2. Analisando o gráfico, é possível perceber que o valor da mediana do grupo IC-MEG também é superior do que os grupos mGBL e PHEG. Portanto, os inspetores que utilizaram o IC-MEG foram capazes de encontrar mais defeitos em menos tempo do que os grupos que utilizaram o mGBL e PHEG. Olhando para esse resultado descritivo é sugerido que o *checklist* IC-MEG possuiu uma eficiência promissora em relação aos *checklists* mGBL e PHEG, mesmo não sendo estatisticamente significativos.

Figura 6.2 – Boxplot comparando o indicador de eficiência dos checklists IC-MEG, mGBL e PHEG



Fonte: acervo do autor

O fato de que os resultados não tiveram uma diferença estatística significativa entre os grupos dos *checklist* pode ter acontecido com a pouca quantidade de participantes. Houve uma dificuldade no recrutamento de mais participantes devido ao momento de pandemia do Covid-19. Vários participantes não se sentiram confortável para a realização do experimento e desistiram no meio do estudo; logo, os dados produzidos por eles foram desconsiderados por não estarem completos. Apenas 23 participantes foram considerados, por eles terem completados todas as atividades do estudo. Desse modo, o aumento do número de participantes podem melhorar a qualidade dos resultados estatísticos para uma melhor análise.

6.3.2 Avaliação com o Modelo TAM

Na avaliação com o modelo TAM foram consideradas as respostas objetivas do formulário de avaliação pós-inspeção. Nessa subseção é mostrado os resultados do modelo de aceitação de tecnologia TAM. Serão apresentados resultados por *checklist*. A Figura 6.3 apresenta os dados sobre a facilidade de uso percebida, utilidade percebida e intenção de uso futuro percebida, dos inspetores que utilizaram o *checklist* IC-MEG. Pode-se perceber que sobre a facilidade de uso percebida, o *checklist* IC-MEG contém algumas deficiências, principalmente sobre o esforço mental (cFU3), confusão (cFU1), Frustração (cFU2) e Compreensível (cFU5); esses resultados podem ser causados pela alta quantidade de itens de checagem do IC-MEG causando maior esforço mental, confusão e frustração. No entanto, sobre a utilidade percebida, a maioria dos itens marcados são positivos (em verde), indicando uma boa utilidade percebida.

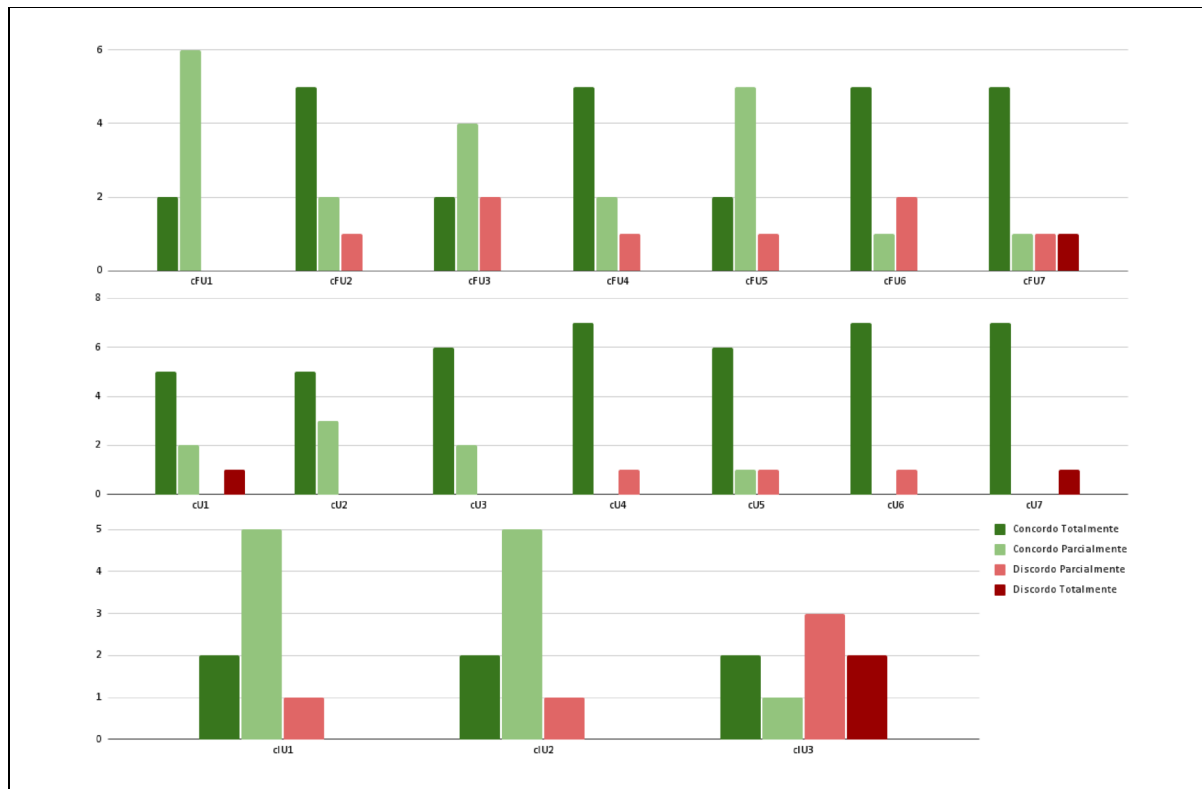
Figura 6.3 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre o checklist IC-MEG



A Figura 6.4 apresenta os dados sobre a facilidade de uso percebida, utilidade percebida e intenção de uso futuro percebida, dos inspetores que utilizaram o *checklist* mGBL. Se pode perceber que sobre a facilidade de uso percebida, o *checklist* mGBL de maneira geral possui uma boa facilidade de uso, mesmo com alguns aspectos como o esforço mental (cFU3), facilidade de lembrar (cFU6) e fácil de usar de maneira geral (cFU7) marcados como Disconcorde Parcialmente (em vermelho). Sobre a utilidade percebida do mGBL, a maioria dos itens marcados são positivos (em verde), indicando uma boa

utilidade percebida; porém, sobre o desempenho no trabalho (cU1) e é útil de maneira geral (cU7) tiveram participantes do estudo respondendo como Discordo Totalmente.

Figura 6.4 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre o checklist mGBL

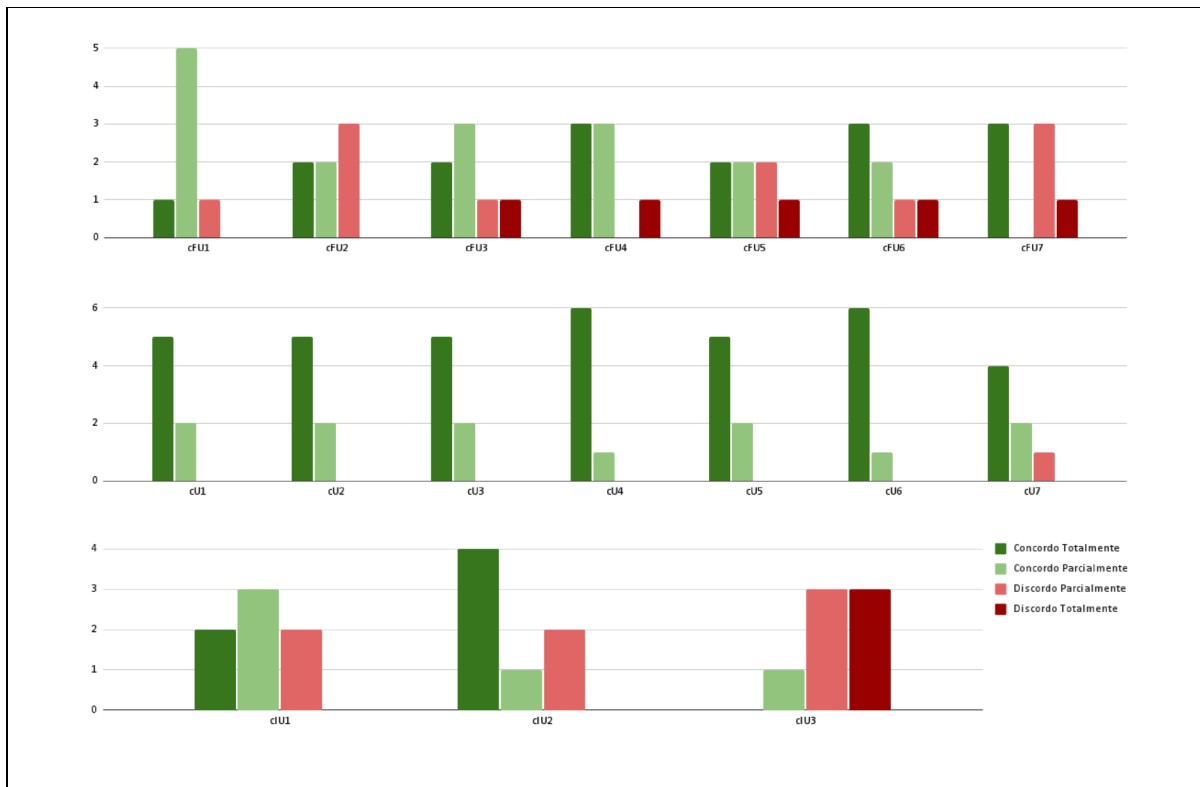


A Figura 6.5 apresenta os dados sobre a facilidade de uso percebida, utilidade percebida e intenção de uso futuro percebida, dos inspetores que utilizaram o *checklist* PHEG. Se pode perceber que sobre a facilidade de uso percebida, o *checklist* PHEG de maneira geral possui uma boa facilidade de uso, mas possui respostas em vermelho em todas as questões sobre facilidade de uso. Sobre a utilidade percebida do PHEG, a maioria dos itens marcados são positivos (em verde), indicando uma boa utilidade percebida.

Conforme os resultados dos três *checklists* se pode concluir que o *checklist* IC-MEG possui uma deficiência na facilidade de uso em relação aos outros *checklists*. Foi percebido que a facilidade de uso é inversamente proporcional ao número de itens de checagem dos *checklists*; ou seja, a medida que é aumentado o número de itens no *checklist* é percebido que a facilidade de uso percebida diminui. Sobre a utilidade percebida, o IC-MEG e o PHEG possui bastante semelhanças entre si, já o mGBL possui algumas respostas em vermelho em alguns itens.

Também, foi percebido que a intenção de uso futuro foi uma medida ruim para todos os *checklists* (como muitas opções em vermelho marcadas); isso pode ser causado pela maioria dos inspetores participantes do estudo serem iniciantes na inspeção de software.

Figura 6.5 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre o checklist PHEG



Eles não possuem grande recorrência em avaliar um jogo educacional digital móvel, logo essa medida acaba se tornando ruim.

6.3.3 Avaliação de Relevância dos Defeitos Encontrados

Para a avaliação da relevância dos defeitos encontrados, foram coletados e analisados os comentários do jogo educacional digital móvel *Supermarket Cashier Simulator - Money Math Game*. Foi utilizado os critérios de coleta de comentários conforme descrito no Capítulo 3; os seja, foi selecionado um tamanho para uma amostra estatística dos comentários deste jogo. Também, foi calculado a estratificação dessa amostra conforme a avaliação de estrelas dos comentários. Em seguida foram coletados todos os comentários e salvos em uma base de dados.

Com os comentários coletados, foi realizada uma análise para agrupar os comentários por atributos de qualidade, conforme descrito na análise de comentários do Capítulo 3. A lista de atributos iniciou vazia, e conforme aparecia um novo atributo, este seria adicionado na lista. Ao final da análise foi identificado 9 tipos de atributos, ordenados pela frequência de aparecimento. A Tabela 6.7 apresenta essa lista de atributos.

Com base na análise de defeitos encontrados pelos inspetores e os comentários dos usuários dos comentários sobre o mesmo jogo educacional digital móvel, é possível

perceber que: o *checklist* IC-MEG conseguiu identificar os 7 primeiros atributos que os usuários informaram nos comentários; o *checklist* mGBL conseguiu identificar 4 atributos dos comentários; por fim, o *checklist* PHEG conseguiu identificar 2 atributos mencionados nos comentários. Uma das causas do IC-MEG obter mais correspondências aos atributos contidos nos comentários dos usuários pode ser da incorporação de itens provenientes da análise de comentários, descrita no Capítulo 3.

Dessa forma, entende-se que o *checklist* IC-MEG identificou mais defeitos que os usuários do jogo educacional digital móvel avaliado informaram nos comentários. Com o IC-MEG conseguiu encontrar mais itens relevantes em relação a opinião dos usuários no comentários em relação ao mGBL e PHEG.

Tabela 6.7 – Lista dos atributos dos comentários do jogo Supermarket Cashier Simulator - Money Math Game ordenados pela frequência de aparição

Atributo	Frequência	IC-MEG	mGBL	PHEG
Mecânica repetitiva	19.12%	X	X	-
Facilidade dos controles	11.55%	X	X	-
Múltiplos idiomas	5.18%	X	X	X
Propagandas e anúncios	4.78%	X	-	-
Travamentos e lentidão	3.59%	X	X	-
Gráficos e animações	3.19%	X	-	-
Variedade de conteúdo	2.39%	X	-	X
Armazenamento no dispositivo	1.59%	-	-	-
Sem especificação	48.61%	-	-	-

6.3.4 Análise Qualitativa

A avaliação qualitativa foram consideradas as respostas subjetivas do formulário de avaliação pós-inspeção. As questões tinham o objetivo de entender melhor as maiores dificuldades nos *checklists* avaliados; e as possíveis mudanças ou melhorias. De forma geral, as respostas indicaram que os *checklists* possuíam utilidade percebida para avaliar um jogo educacional digital móvel. Alguns exemplos de comentários temos: “*As perguntas aliviaram o esforço que eu teria para buscar defeitos* [I08]”; e “*Com base nos itens de checagem, pude ter noção de como me colocar em diferentes posições como usuários* [I23]”. Contudo, alguns problemas chegaram a ocorrer com alguns inspetores como:

- Problema relacionado a interpretação dos itens de checagem; pois acharam confusos

os itens estarem em forma de perguntas. Por exemplo temos: “*As perguntas deveriam ser afirmações, seria mais fácil de entender de primeira* [I05]”.

- Ainda sobre a interpretação dos itens de checagem; alguns inspetores acharam que alguns itens carecia de mais detalhes, pois demoraram muito para entender o que estava sendo pedido pelo item de checagem: “*Algumas opções careciam de mais detalhes para eu compreender do que realmente se tratava* [I10]”

Um outro ponto que foi perguntado foi sobre a completude do *checklist*, ou seja, se o *checklist* é completo em relação aos itens de checagem. A grande maioria dos inspetores acharam que os itens de checagem atendiam grande parte dos problema presentes nos jogos educacionais digitais móveis; como: “*Acredito que o checklist seja bem completo e que suas características abrangem todos os aspectos importantes do jogo* [I04]”. No entanto, foram questionados algumas categorias do *checklist* como:

- A categoria de itens sobre a Mobilidade e o Conteúdo carecem de mais itens. Conforme o inspetor: “*... as categorias Mobilidade e Conteúdo poderiam ser mais exploradas devido a importância de averiguação das duas categorias* [I12]”.
- Outros inspetores sugeriram novos itens de checagem que abordassem Desafios, Modos de jogo e Fidelidade no que está se querendo ensinar; como exemplos temos: “*... adicionaria mais perguntas relacionadas aos desafios e novos modos...* [I13]” e “*... para jogos educacionais, falta ao checklist que aborde o problema da fidelidade à situação que se está querendo ensinar sobre* [I15]”

Foram perguntados também sobre as possíveis sugestões de mudanças e melhorias no *checklist*. Como principais sugestões de mudanças no *checklist*, temos;

- Mudanças no formato dos itens de checagem de perguntas para afirmações.

Como principais sugestões de melhorias, temos:

- Adicionar aos itens do *checklist* explicações para melhor compreender um item individualmente. E se possível, adicionar exemplos para nortear os inspetores iniciantes.
- Adicionar maior suporte a itens sobre conteúdo de aprendizagem.
- Encontrar uma forma de apresentar menos itens de checagem aos inspetores para evitar que estes fiquem entediado.

6.4 Avaliação da Ferramenta de Apoio TIMEG

Por mais que existissem 3 grupos no estudo, todos os 23 inspetores participantes utilizaram a ferramenta de apoio TIMEG para realizar a inspeção do jogo educacional digital móvel. E todos responderam as questões subjetivas (que são utilizadas na análise qualitativa) e objetivas (que são utilizadas pelo modelo TAM) do formulário de avaliação pós-inspeção.

6.4.1 Avaliação com o Modelo TAM

A Figura 6.6 contém três gráficos com os resultados sobre facilidade de uso percebida, utilidade percebida e intenção de uso futuro percebida, respectivamente. Sobre a facilidade de uso percebida (FU), a maioria dos inspetores consideraram marcar as opções "Concordo Totalmente" ou "Concordo Parcialmente" em verde; indicando que a ferramenta possui, na opinião dos participantes do estudo, facilidade de ser usada. No entanto, as questões sobre o esforço mental (fFU3) e rigidez e flexibilidade (fFU4) tiveram opções em vermelho marcadas, indicando possíveis melhorias que ainda precisam ser feitas na interface da ferramenta. Também, as questões sobre frustração (fFU2) e comportamentos inesperados (fFU6) obtiveram opções marcadas como "Discordo Parcialmente" em vermelho, indicando possíveis melhorias em algumas funcionalidades da ferramenta, assim como, melhorias na compatibilidade com os sistemas operacionais.

Sobre a utilidade percebida (U), foi muito bem avaliada, com as opções marcadas majoritariamente como "Concordo Totalmente". Esse resultado indica que a ferramenta possui utilidade na inspeção dos jogos educacionais digitais móveis, segundo a opinião dos participantes do estudo. Por sua vez, as questões sobre intenção de uso futuro percebida (IU) tiveram algumas opiniões divergentes; questões sobre pretensão de uso (fIU1) e (fIU2) possuem opções marcadas como "Concordo Totalmente ou Parcialmente" em verde, indicando que esta ferramenta é pretendida de ser utilizada em futuras inspeções de jogos; por outro lado, uso imediato (fIU3) possuem mais opções marcadas como "Discordo Parcialmente ou Totalmente" em vermelho, este resultado pode acontecer porque a grande maioria dos inspetores ainda são estudantes e não desenvolvem ou inspecionam jogos educacionais móveis com tanta regularidade.

6.4.2 Avaliação Qualitativa

Na análise qualitativa foram consideradas as respostas do formulário de avaliação pós-inspeção sobre a ferramenta TIMEG. As questões tinham o objetivo de entender melhor aspectos das maiores dificuldades na ferramenta; a completude do relatório de erros gerado pela ferramenta; e as possíveis mudanças ou melhorias. De forma geral, as respostas indicam que a ferramenta é intuitiva e fácil de ser utilizada para inspecionar

Figura 6.6 – Resultados sobre facilidade de uso (FU), utilidade (U) e intenção de uso futuro (IU) sobre a ferramenta de apoio TIMEG



jogos educacionais digitais móveis; como alguns exemplos de comentários temos: “*Não encontrei dificuldades* [I19]”; “*...A ferramenta é bem intuitiva* [I23]”; “*A ferramenta é bem simples...* [I09]” e “*Utilizar a ferramenta foi bem agradável. A forma como reportar os erros foi fácil de fazer.* [I08]”. Contudo, alguns problemas chegaram a ocorrer com alguns inspetores como:

- Problemas relacionado a usabilidade dos controles das ferramenta; pois acharam confusos a interação para reportar um erro. Por exemplo temos: “*A pergunta "é defeito?" não ficou tão intuitivo quando li algumas sentenças do checklist...* [I09]”.
- Problemas relacionados a resolução da interface, onde em diferentes monitores dos computadores podiam apresentar dados sobrepostos ou ausentes na tela. Como exemplos temos: “*A tela de inspeção não se comporta bem em certas resoluções...* [I21]” e “*...demorei para perceber que ao arrastar para o lado eu teria mais informações para preencher.* [I14]”
- Mesmo a ferramenta sendo feita para ambiente *Windows*; 2 inspetores utilizaram o ambiente Linux com emulação para *Windows*. Nessa situação, ambos tiveram algumas funcionalidades instáveis como erros frequentes para baixar os comentários dos usuários. Como exemplo de comentário avaliativo temos: “*Devido a incompatibilidade*

com o sistema ... não tive acesso à maioria das funcionalidades da ferramenta... [I12]”

Sobre os relatórios com as discrepâncias geradas pela ferramenta. A grande maioria das avaliações dos inspetores são positivas sobre a organização dos dados gerados, a facilidade de entendimento dos dados e o quão é completo o relatório gerado pela ferramenta; como exemplo temos: *”...Além de ser de total fácil entendimento por quem nunca teve contato com a ferramenta, apresenta de maneira clara e precisa os defeitos encontrados pelo inspetor... [I06]”; ”...O relatório gerado inclui todas as informações escritas na inspeção, além de omitir itens não defeituosos poupando espaço. [I21]”, ”...Ele demarca os principais elementos para implementação de melhorias nos aplicativos (identifica o erro, apresenta a sugestão, localização e imagem, e já classifica o nível de prioridade). [I19]” e ”...Os erros apontados pelo inspetor são apresentados de forma bem organizada e ajudam ... a ver que erros já foram listados [I14]”*. Alguns dos inspetores acabaram sugerindo algumas melhorias ao relatório gerado, como:

- Poder ter a possibilidade de adicionar mais de um *print* ao problema relatado (até o momento do estudo a ferramenta permite adicionar apenas um *print* por defeito no relatório); como exemplo de comentários temos: *“Deveria existir a possibilidade de inserir mais de um print a um defeito. [I22]”*.
- Poder adicionar a nuvem de palavras no relatório de defeitos (até o momento do estudo, a nuvem de palavras é gerado de forma interna na ferramenta); como exemplos de comentários temos: *“apenas porque acredito que a nuvem de palavras também deve ser exportada. [I09]”*

Sobre possíveis mudanças e melhorias na ferramenta; alguns inspetores sugeriram mudanças na usabilidade da interface como *“Melhora a interface ... não ficou muito claro que eu deveria arrastar para o lado, para que eu pudesse adicionar fotos e definir o grau de urgência [I14]”*. Os inspetores sugeriram adicionar campos para que o inspetor informe uma descrição de como corrigir o problema relatado *“A possibilidade de uma possível opinião do avaliador sobre a sua visão do problema e em como corrigir o mesmo. [I23]”*; adicionaria também os comentários dos alunos que estão na loja online no relatório, *“Comentários poderiam ser associados a itens da inspeção e mostrados no relatório. [I21]”*.

Sobre as ameaças a validade, foram consideradas: (1) qualidade do treinamento, para evitar riscos, foram utilizados os mesmos exemplos e materiais; (2) embora tenhamos utilizado um ambiente acadêmico, foi utilizado um jogo real, podendo simular uma avaliação real; (3) o número de participantes é baixo, indicando que os resultados desse estudo podem ser considerados indícios da viabilidade do uso da ferramenta.

6.5 Considerações Finais

Esse capítulo apresentou um estudo experimental para a avaliação das tecnologias desenvolvidas nessa pesquisa. O estudo experimental foi pensado sobre duas perspectivas: (1) avaliação do *checklist* IC-MEG; e (2) avaliação da ferramenta de apoio TIMEG.

Na avaliação do IC-MEG, tiveram 4 abordagens diferentes: (1) avaliação quantitativa, onde foi percebido que o IC-MEG não possui uma diferença estatisticamente significativa em relação aos mGBL e PHEG; porém, de forma descritiva, o IC-MEG possui maior eficácia e eficiência em relação aos outros *checklists*; (2) avaliação com o TAM, onde foi percebido que o *checklist* IC-MEG possui grande utilidade percebida, no entanto, o IC-MEG possui uma deficiência na facilidade de uso percebida e precisa ser melhorado em trabalhos futuros; (3) avaliação de relevância, foi comparado os defeitos que os inspetores identificaram com a opinião dos usuários nos comentários do próprio jogo inspecionado, foi percebido que o IC-MEG conseguiu encontrar mais defeitos que os usuários também apontaram nos comentários, indicando assim que esse conseguiu encontrar defeitos mais relevantes na opinião dos usuários; e (4) avaliação qualitativa, onde foi verificado que de maneira geral, o *checklist* atende bem ao que foi proposto, no entanto, são mostrados sugestões de mudanças e melhorias;

Para a avaliação da ferramenta TIMEG, tiveram 2 tipos de abordagens: (1) avaliação como modelo TAM, onde foi percebido que a ferramenta teve grande utilidade percebida e facilidade de uso percebido pelos inspetores; e (2) avaliação qualitativa, onde foi verificado que de maneira geral, a ferramenta é intuitiva e com funcionalidades interessantes para o apoio a inspeção de jogos educacionais digitais móveis, contudo tiveram sugestões de melhorias na interface e no suporte a outros ambientes como o Linux. No próximo capítulo serão apresentadas as melhorias no *checklist* IC-MEG e na ferramenta TIMEG conforme alguns resultados do estudo experimental apresentados nesse capítulo.

7 Melhorias e Refinamentos das Tecnologias Desenvolvidas

Os resultados do estudo experimental para avaliar a viabilidade do checklist IC-MEG e da ferramenta TIMEG apontam que existem pontos a serem melhorados. Nesse capítulo são apresentadas as novas versões do checklist e da ferramenta, que foram desenvolvidas, integrando as mudanças sugeridas pelos participantes dos estudos e as análises dos resultados.

7.1 Introdução do Capítulo

O estudo experimental feito para avaliar o *checklist* IC-MEG e a ferramenta TIMEG apresentou indícios da viabilidade dessas tecnologias. No entanto, foram apontadas oportunidades de melhorias. Esse capítulo, descreve as oportunidades de melhorias para o *checklist* IC-MEG, a fim de, corrigir os itens que podiam levar os inspetores participantes a apontarem falsos positivos. Também, descreve as oportunidades de melhorias implementadas para a ferramenta de apoio TIMEG, onde, foram integradas e implementadas sugestões indicadas para melhorar o desempenho da ferramenta, assim como sua facilidade de uso na interface, como a atualização do layout para cadastrar e descrever os defeitos.

Esse capítulo apresenta as melhorias e refinamentos das tecnologias desenvolvidas nessa pesquisa, decorrentes do estudo experimental de viabilidade; que levam a novas versões do *checklist* IC-MEG e da ferramenta TIMEG. O restante do capítulo está organizado como se seguiu: Seção 7.2 apresenta as oportunidades de melhorias do *checklist* IC-MEG, assim como, a atualização dos itens de checagem sugeridas pelos inspetores participantes; Seção 7.3 apresenta as oportunidades de melhorias para a ferramenta de apoio TIMEG, assim como as implementações das melhorias sobre o desempenho e facilidade do uso. Finalmente, a Seção 7.4 apresenta as considerações finais deste capítulo.

7.2 Melhorias e Refinamentos para o Checklist IC-MEG

Os resultados qualitativos do Capítulo 6 deram indícios da viabilidade do *checklist* IC-MEG para a inspeção de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis. Os inspetores participantes consideraram que o *checklist* IC-MEG possui utilidade na identificação de defeitos de jogos educacionais digitais móveis. Além disso, os inspetores falaram que os itens de checagem do *checklist* IC-MEG são bem completos, pois abrange várias áreas

como a mobilidade, que contém grande importância na avaliação dos jogos educacionais digitais móveis. No entanto, alguns dos itens de checagem disponibilizados pela IC-MEG foram considerados confusos, como pode ser observado na seguinte citação: "*Alguns itens eu não consegui entender sem antes ter que reler algumas vezes...* [I22]".

No formulário de avaliação pós-inspeção, que serviu para coletar a opinião dos inspetores sobre os *checklists* de inspeção IC-MEG, foi pedido que os participantes informassem quais pontos eram mais difíceis e confusos de entender. Apesar dessa solicitação, poucos inspetores informaram de forma detalhada quais itens de checagem causaram confusão. Por esse motivo, e uma vez que outros inspetores participantes apontaram problemas semelhantes com relação aos itens de checagem do IC-MEG, foi realizada uma análise dos resultados obtidos no estudo experimental. Durante essa análise, buscou-se identificar quais dos itens de checagem do IC-MEG, podiam levar a identificação errônea de defeitos; ou seja, buscou-se identificar que itens de verificação levaram os inspetores a apontarem falsos positivos (discrepâncias que, na realidade, não são defeitos reais). A Tabela 7.1 apresenta todos os itens de checagem que apresentaram falsos positivos identificados na reunião de discriminação sobre o *checklist* de inspeção IC-MEG.

Tabela 7.1 – Falsos positivos encontrados na reunião de discriminação sobre os itens de checagem do checklist IC-MEG

Cod.	Item	Descrição do inspetor sobre o item
CO10	O conteúdo do jogo é suficiente e relevante?	O jogo não possui conteúdo, o aprendizado ocorre apenas durante as fases.
CO07	O conteúdo é confiável e com fluxo correto?	O jogo não possui conteúdo, o aprendizado ocorre apenas durante as fases.
CO06	O jogo possui conteúdo de aprendizagem?	O jogo não possui conteúdo, o aprendizado ocorre apenas durante as fases.
CO08	O conteúdo é estruturado/organizado de forma clara e compreensível?	O jogo não possui conteúdo, o aprendizado ocorre apenas durante as fases.
MM01	O uso dos elementos multimídias como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis?	Os sons são aceitáveis; a música, apesar de chata, é ok.
IU14	Os controles são projetados de forma que seja conveniente aos inputs dos jogadores?	Na tela de troco poderia ter uma moeda de 50 centavos, para que o troco pudesse ser passado mais rápido.
AP03	Não precisa de conhecimentos prévios para jogar?	Tem que ter jogado outros jogos semelhantes para compreender o layout do jogo.

Os 4 primeiros itens de checagem da Tabela 7.1 tiveram a mesma descrição por parte de um inspetor, dessa forma, um fator que tenha contribuído para a identificação desses falsos positivos pode ser o treinamento. Esse inspetor acabou apontando a mesma descrição em quatro itens diferentes, mesmo que ele não considerassem como problemas reais. Esse inspetor jogou que exista pouco conteúdo educacional no jogo inspecionado; como apareceu vários itens de checagem relacionados ao conteúdo do jogo, ele marcou todos como defeito e descreveu a mesma descrição da violação: *"O jogo não possui conteúdo..."*. Logo, é preciso esclarecer no treinamento sobre esse tipo de situação, para que em uma futura inspeção possa ser evitado de acontecer.

Ainda, é possível identificar como uma oportunidade de melhoria a possibilidade de organizar os itens de checagem de forma hierárquica, onde alguns itens que possuam alguma relação aparecessem aos inspetores caso um item pai fosse marcado. Por exemplo, se o jogo possui pouco conteúdo no jogo, alguns itens de avaliação relacionados ao conteúdo não aparecessem, evitando assim esse tipo de situação. No entanto, essa melhoria requer uma análise mais aprofundada para que seja feita essa organização de forma hierárquica.

Ainda sobre a Tabela 7.1; o item MM01 possui uma descrição sobre a opinião pessoal do inspetor sobre elementos multimídias do jogo; e o item IU14 contém uma sugestão de funcionalidade para o jogo educacional digital móvel inspecionado. Essa confusão em informar uma opinião pessoal ou uma sugestão de melhoria em itens pode ser resolvida adicionando descrições que contém exemplos de uso e esclarecimentos sobre um item. Por exemplo, para o item IU14, um texto descritivo seria *"verifique se os controles, botões, gestos, e/ou qualquer forma de input do usuário esteja projetada de forma a não entra em algum conflito com a jogabilidade, mecânica ou até mesmo outros inputs; dessa forma, não funcionando de forma inconveniente"*. Esse tipo de descrição é difícil de fazer, pois são mais específicas e podem não servir para todos os jogos; assim, é preciso desenvolver novos estudos focados em criar essas descrições. Vale ressaltar também que, essas descrições servem para complementar os itens de checagem, auxiliando inspetores iniciantes.

O último item da Tabela 7.1, o AP03, teve uma interpretação equivocada por parte do inspetor. Ao ler e interpretar esse item, o inspetor disse que é necessário jogar outros jogos semelhantes para poder compreender o jogo que está sendo inspecionado. No entanto, esse item seria voltado para os conhecimentos relacionados ao conteúdo que está sendo ensinado no jogo inspecionado. Desse modo, é necessário melhorar o texto do item de checagem para esclarecer que o conhecimento prévio é relacionado ao conteúdo do jogo. Desse modo, a Tabela 7.2 apresenta as mudanças nos textos dos itens de checagem.

Tabela 7.2 – Melhorias dos textos dos itens do IC-MEG

Cod.	Itens antigos	Itens atualizados
CO10	O conteúdo do jogo é suficiente e relevante?	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é suficiente e relevante?
CO07	O conteúdo é confiável e com fluxo correto?	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é confiável e com fluxo correto?
CO06	O jogo possui conteúdo de aprendizagem?	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é de aprendizagem?
CO08	O conteúdo é estruturado/organizado de forma clara e compreensível?	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é estruturado/organizado de forma clara e compreensível?
AP03	Não precisa de conhecimentos prévios para jogar?	Não contém a necessidade de conhecimentos prévios relacionados ao conteúdo de aprendizagem para ser jogável?

Na Figura 7.2 apresenta 3 colunas: (1) o identificador do item de checagem do *checklist* IC-MEG; (2) o texto antigo do item de checagem; e (3) o texto atualizado do item de checagem. Após as mudanças no IC-MEG, a nova versão é apresentada na Tabela 7.3; com o código do item e sua descrição atualizada.

Tabela 7.3 – Versão final do checklist de inspeção para jogos educacionais digitais móveis IC-MEG

Cat.	Itens
IU01	Os gráficos são agradáveis e atraentes?
IU02	Os gráficos possuem um layout eficiente?
IU03	O jogo maximiza a consistência e corresponde aos padrões?
IU04	O uso dos elementos multimídia seguem princípios de design de tela?
IU05	Os textos, fontes e cores são legíveis e compreensíveis?
IU06	A qualidade dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis e agradáveis?
IU07	O jogo possui elementos multimídia?
IU08	Os elementos multimídia acomodam todo o texto fornecido no jogo?
IU09	A integração dos meios de apresentação é bem coordenada?
IU10	O uso dos elementos multimídia aprimora a apresentação das informações?

Tabela 7.3 – Continuação da página anterior

Cat.	Itens
IU11	A interação com o material didático é adequada ao nível do estudante?
IU12	A interface oferece ao usuário chaves auto indicadas para tarefas (saída, nome dos objetivos, glossário)?
IU13	A interface do dispositivo e a interface do jogo são utilizadas para seus próprios fins?
IU14	Os controles são projetados de forma que sejam convenientes aos inputs dos jogadores?
IU15	Os controles são fáceis e flexíveis?
IU16	Os controles são personalizáveis conforme as necessidades dos jogadores?
IU17	O jogo fornece feedbacks das ações do jogador?
IU18	O jogo não permite que aconteça erros irreversíveis?
IU19	A recuperação após um erro é facilitada?
IU20	Não é precisa memorizar coisas desnecessariamente?
IU21	O jogo contém ajuda, dicas e/ou tutoriais?
IU22	A navegação da interface é fácil, consistente, lógica e precisa?
IU23	O jogo suporta múltiplos idiomas?
PE01	É claro como o conteúdo do jogo se relaciona com a disciplina?
PE02	As atividades são interessantes e envolventes?
PE03	O conteúdo é confiável e comprovado?
PE04	O jogo suporta aprendizado autodirigido?
PE05	O jogo fornece suporte para habilidades de auto aprendizado?
PE06	O jogo permite meios para aprender fazendo?
PE07	O jogo considera diferenças individuais dos jogadores?
PE08	O desempenho do jogador é baseado em resultados?
PE09	O jogo possui opção de escolha do nível de dificuldade?
PE10	O jogo permite meios para o jogador prosseguir em seu próprio ritmo?
PE11	O jogo contribui para a aprendizagem na disciplina?
PE12	O jogo é eficiente na aprendizagem em comparação a outras atividades da disciplina?
CO01	O jogo possui poucas notificações?
CO02	O jogo possui animações ou vídeos internos?
CO03	O jogo possui grande variedade de conteúdo?
CO04	O jogo não possui conteúdo bloqueado que precise comprar para prosseguir no jogo?
CO05	A quantidade de anúncios evasivos não podem ocorrer repetidas vezes em um curto período?

Tabela 7.3 – Continuação da página anterior

Cat.	Itens
CO06	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é de aprendizagem?
CO07	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é confiável e com fluxo correto?
CO08	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é estruturado/organizado de forma clara e compreensível?
CO09	A navegação do conteúdo é fácil, consistente, lógica e precisa?
CO10	Se apresentar conteúdo, esse conteúdo é suficiente e relevante?
CO11	Os materiais são interessantes e envolventes?
CO12	O conteúdo do jogo é aprendido facilmente?
CO13	O objetivo de aprendizagem é alcançado?
CO14	Reduz a quantidade de conteúdo bloqueado?
AP01	A mecânica do jogo é aprendida facilmente?
AP02	A mecânica do jogo é aprendida rapidamente?
AP03	Não contém a necessidade de conhecimentos prévios relacionados ao conteúdo de aprendizagem para ser jogável?
AP04	A mecânica do jogo é fácil de ser compreendida?
MM01	O uso dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis?
MM02	A combinação dos elementos multimídia como textos, imagens, animações, vídeos e sons são aceitáveis?
MM03	A apresentação dos elementos multimídias é bem gerenciada?
MM04	Os elementos multimídias são adequados para uso “específico”?
JO01	Os desafios do jogo são adequados ao nível do usuário?
JO02	Os jogadores são capazes de desenvolver estratégias?
JO03	Os desafios, as estratégias, o ritmo estão em equilíbrio?
JO04	Os jogadores são capazes de controlar o jogo?
JO05	Os jogadores são capazes de conhecer o progresso do jogo?
JO06	Os jogadores são recompensados?
JO07	As recompensas são significativas?
JO08	A primeira experiência é encorajadora?
JO09	A primeira experiência chama a atenção do jogador?
JO10	A história do jogo é significativa?
JO11	As mecânicas, os objetivos, as tarefas não são monótonas ou repetitivas?
JO12	O jogo não trava ou não fica estagnado?
JO13	A jogabilidade e as funcionalidades do jogo são estáveis e consistentes?
JO14	O jogo possui objetivos claros?
JO15	O jogo possui metas de aprendizado?

Tabela 7.3 – Continuação da página anterior

Cat.	Itens
JO16	O jogo possui um modo off-line?
JO17	O jogo aumenta o progresso devido ao esforço do jogador?
IS01	O jogo possui um modo de multijogadores online?
IS02	O jogo não obriga o jogador a criar uma conta de usuário para jogar?
MO01	As sessões do jogo podem ser inicializadas rapidamente?
MO02	O jogo não fecha inesperadamente e todas as interrupções são tratadas adequadamente?
MO03	O jogo se acomoda adequadamente com as bordas da tela do dispositivo?
MO04	A instalação do jogo é rápida e consistente no dispositivo?
MO05	O jogo não pode consumir significativamente o armazenamento do dispositivo?
MO06	A desinstalação é rápida e consistente no dispositivo?
MO07	O consumo da bateria do dispositivo é consistente, não havendo um consumo exagerado?
MO08	O jogo salva o progresso do usuário corretamente?

7.3 Melhorias e Refinamentos Para a ferramenta TIMEG

Os resultados qualitativos do Capítulo 6 deram indícios da viabilidade da ferramenta TIMEG para a inspeção de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis. Os inspetores participantes consideraram que a ferramenta TIMEG possui grande utilidade percebida (U) no auxílio da identificação de defeitos em jogos educacionais digitais móveis. Além disso, os inspetores indicaram que pelo modelo de aceitação de tecnologias TAM, a facilidade de uso percebida (FU) é bom, no entanto foram indicadas oportunidades de melhorias no desempenho e na facilidade de uso na detecção e descrição das violações reportadas. A seguir, são descritos os principais problemas informados pelos inspetores sobre a ferramenta TIMEG e o que foi implementado para resolver o problema.

Os inspetores I08; I14 e I18 reclamaram sobre o desempenho gráfico no momento de manipular os *checklist* na ferramenta, como pode ser observado na seguinte citação: "... além de que a ferramenta trava um pouco a cada pergunta respondida.". Na ferramenta ocorria alguns engasgos na renderização dos itens do *checklist*. Foi identificado o gargalo que estava acontecendo, resultando na melhoria da renderização das informações dos itens de checagem na tela.

Os inspetores I12 e I19 possuíam um ambiente *Linux*. Como TIMEG foi feita a princípio para o ambiente *Windows*, esses usuários tiveram que recorrer a um software de emulação do *Windows* no *Linux*. Devido a esse motivo, algumas citações ocorreram: "*Devido a incompatibilidade com o sistema, pois foi feita para executar no Windows, enquanto*

eu tenho Linux. Assim, não tive acesso à maioria das funcionalidades da ferramenta...". Houve problemas no uso do *Web Crawler* no momento da realização do download dos comentários na loja *Google Play Store*, além dos problemas na exportação do relatório em PDF; Esses problemas aconteceram, pois TIMEG utiliza APIs nativas do *Windows* para ter acesso a internet e a impressão de documentos em PDF; como os emuladores não implementavam estes acessos nativos, a ferramenta TIMEG apresentou problemas em ambientes *Linux*. Vale ressaltar que, por mais que tenha ocorrido esses problemas, TIMEG não teve problema na manipulação dos *checklists* de inspeção, não atrapalhando na realização da inspeção do jogo educacional. Como solução, foi trocada a abordagem para o acesso à internet e a criação dos PDFs.

Os inspetores I03, I04, I05 e I08 tiveram dificuldades em exportar o relatório com as violações que foram cadastrados no TIMEG. Como exemplo de citações temos: *"... A única opção disponibilizada é "imprimir relatório" e a funcionalidade "imprimir para PDF" não estava disponível no meu sistema (mesmo supostamente habilitada)..."*. O problema encontrado aqui foi relacionado a facilidade de uso, e entender ou interpretar o texto do botão. Por mais que os inspetores acharem que existisse outro botão para exportar o PDF, apenas um botão era disponibilizado na ferramenta, no qual abria outra janela onde era escolhido se exportava em PDF ou enviava para a impressora. Para resolver esse problema, foi renomeado de "Imprimir Relatório" para "Exportar Relatório". Dessa forma, é deixado mais claro a funcionalidade desse botão.

7.4 Considerações Finais

Esse capítulo apresentou as oportunidades de melhorias para o *checklist* IC-MEG e para a ferramenta TIMEG. Com as oportunidades de melhorias, foram possíveis atualizar as tecnologias desenvolvidas nessa pesquisa. Os resultados do estudo experimental apontaram que os inspetores tiveram dificuldade em entender e apontar alguns dos itens de verificação do IC-MEG; essa dificuldade aconteceu por causa da falta de informações nos itens de verificação e de exemplos para um melhor esclarecimento do IC-MEG. Como consequência, os participantes apontaram as violações que vieram a se tornaram falsos positivos. Como melhoria para o IC-MEG, foram feitas mudanças para o esclarecimento do texto dos itens que provocaram falsos positivos. Apesar dos resultados promissores do estudo experimental sobre o IC-MEG, são necessários novos estudos para identificar se essas mudanças foram suficientes e se não existe outras oportunidades de melhorias.

Sobre a ferramenta TIMEG, foram implementadas algumas das sugestões informadas pelos inspetores participantes do estudo experimental sobre o desempenho e a usabilidade da ferramenta. Contudo, ainda são necessários novos estudos para verificar se as mudanças feitas foram suficientes, além de identificarem novas oportunidades de

melhorias. No próximo capítulo serão apresentadas as considerações finais e contribuições dessa pesquisa de dissertação de mestrado, assim como as possibilidades de trabalhos futuros para a continuação dessa pesquisa.

8 Conclusão e Trabalhos Futuros

Nesse capítulo são apresentadas nossas considerações finais sobre o desenvolvimento do IC-MEG e do TIMEG, tecnologias para o auxílio na avaliação, por meio da inspeção de software, de jogos educacionais digitais móveis. Também são apresentadas as expectativas de trabalhos futuros, orientando novas etapas dessa pesquisas no campo de qualidade de software para aplicações móveis.

8.1 Epílogo

Essa dissertação de mestrado apresentou uma pesquisa sobre a qualidade de jogos educacionais digitais móveis por meio da inspeção de software. Nessa pesquisa, consideramos a opinião dos usuários de aplicativos móveis e atributos de avaliação da literatura para guiar o processo de avaliação de jogos educacionais digitais móveis, resultando no desenvolvimento de um *checklist* de inspeção chamado IC-MEG e uma ferramenta de apoio chamada TIMEG.

Com vários estudos na área de comentários em lojas de aplicativos, foi percebido que jogos educacionais digitais móveis, por mais importantes no auxílio da formação de alunos, apresentavam vários problemas que eram apontados pelos os usuários que deixavam sua avaliação geral na loja de aplicativos. Para contornar esse problema, foi proposto a criação de um novo *checklist* de inspeção de jogos educacionais digitais móveis, o IC-MEG; para essa criação foi considerada duas abordagens: (1) a obtenção de itens de checagens que estejam presentes na literatura que serviria para avaliar jogos educacionais digitais móveis, para isso foi realizado uma revisão da literatura para encontrar os itens; (2) a obtenção de atributos presentes nos comentários dos usuários dos jogos educacionais, para isso foi adotado uma metodologia que permitiu: selecionar os jogos educacionais digitais móveis; coletar e analisar os textos dos comentários para extrair os atributos.

Uma vez que tínhamos itens tanto da literatura quanto dos comentários, eles foram agrupados em um *checklist* de inspeção, removendo itens repetidos ou que falavam da mesma coisa; criando assim o IC-MEG. Para uma avaliação inicial, foi feita uma prova de conceito, onde foi avaliado dois jogos educacionais digitais móveis reais. Na prova de conceito, foi comparado os resultados dos problemas relatados no *checklist* com os problemas relatados nos comentários dos usuários; os resultados mostraram que o *checklist* conseguiu identificar problemas. Com o objetivo de refinar e completar os itens do IC-MEG, foi realizado outra análise de comentários com mais 10 jogos educacionais digitais móveis; para identificar novos itens e chegar a uma saturação de novos itens extraídos

dos comentários dos usuários; os resultados dessa nova análise permitiu encontrar mais dois novos itens, que foram incorporados ao *checklist*; esses novos itens foram identificados nos primeiros jogos analisados, ao analisar os comentários dos demais jogos, não foram identificados novos itens indicando assim uma saturação de novos itens.

Uma vez que foi desenvolvido o *checklist*, surgiu a necessidade de desenvolver uma ferramenta de apoio, que serviria para dar suporte ao *checklist* IC-MEG. Desse modo, foi desenvolvida uma ferramenta de apoio, o TIMEG, especializada em inspeção de jogos educacionais digitais móveis, entregando funcionalidades para auxiliar a identificação e descrição dos defeitos, geração de relatórios com base nos comentários e relatórios dos defeitos encontrados.

Com o desenvolvimento do IC-MEG e do TIMEG, foi necessário realizar uma avaliação para identificar a viabilidade dessas tecnologias. Foi utilizada uma abordagem experimental, onde foram recrutados 23 participantes para inspecionar um jogo educacional digital móvel; a partir desse estudo experimental, foi percebido que o *checklist* IC-MEG possui uma eficácia e eficiência levemente maior em relação aos outros *checklists* da literatura; por mais que estatisticamente não tenha dado uma diferença significativa. Foi percebido também que os defeitos encontrados pelo IC-MEG foram mais relevantes do ponto de vista dos comentários dos usuários. Além disso, foi percebido que o IC-MEG possui grande utilidade conforme os inspetores participantes do estudo; no entanto, o IC-MEG possui como ponto fraco, a pouca facilidade de uso percebida devido à grande quantidade de itens de checagem. Logo, se for necessário uma inspeção mais completa, o IC-MEG se torna uma boa opção, por incorporar mais itens de checagem. Sobre a ferramenta TIMEG, foi percebida que esta possui grande utilidade e facilidade de uso percebida pelos inspetores participantes do estudo experimental; no entanto, foi encontrado possibilidades de melhorias na usabilidade da interface da ferramenta, e um melhor fluxo na identificação e descrição dos defeitos que o inspetor pode cadastrar.

Por fim, os resultados do estudo experimental demonstraram que as tecnologias desenvolvidas nessa pesquisa tiveram uma boa aceitação por parte dos inspetores participantes e uma boa percepção de utilidade para auxiliar engenheiros de software e desenvolvedores na avaliação e melhoria de seus jogos educacionais digitais móveis.

8.2 Contribuições

As principais contribuições dessa dissertação de mestrado são:

- Um estudo secundário na área de heurística/diretrizes para a avaliação de jogos educacionais digitais para dispositivos móveis. Desse modo, essa dissertação contém as heurísticas/diretrizes dos principais grupos como o mGBL e PHEG.

- O desenvolvimento de um *checklist* de inspeção específico para jogos educacionais digitais móveis. Esse *checklist*, contém itens baseados nas heurísticas/diretrizes dos grupos encontrados na revisão da literatura e nos comentários dos usuários dos jogos educacionais digitais móveis.
- Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio para a inspeção específica para avaliar jogos educacionais digitais móveis.
- Definições de um estudo experimental com a avaliação do IC-MEG e TIMEG.
- Divulgação dos resultados dessa pesquisa por meio de artigos científicos. Durante o desenvolvimento dessa pesquisa, foram publicados artigos com os resultados dessa pesquisa e outras colaborações em locais de publicações. A seguir, são apresentadas, em uma lista, as publicações dessa pesquisa ou colaborações:

Artigos relacionados com essa pesquisa

- FRAZÃO, K. A.; COSTA, J.; VIANA, D.; RIVERO, L. Analyzing App Store Comments and Quality Attributes for Defining an Inspection Checklist for Mobile Educational Games In: SBES '20: 34th Brazilian Symposium on Software Engineering, 2020, Natal Brazil. Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Software Engineering. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. v.20. p.854 - 859
- FRAZÃO, K. A.; PESSOA, A.; PAIVA, A.; VIANA, D.; RIVERO, L. TIMEG: Development and Evaluation of an Inspection Checklist Tool for Mobile Educational Games In: SBES '21: 35th Brazilian Symposium on Software Engineering, 2021, Joinville Brazil. Proceedings of the 35th Brazilian Symposium on Software Engineering. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021.

Artigos em colaboração

- COSTA, J. COSTA, Y.; FRAZÃO, K.; SANTOS, R. P.; VIANA, D.; RIVERO, L. . Identificação das Expectativas e Dificuldades de Alunos de Graduação no Ensino de Engenharia de Software. In: XXVII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2019), 2019, Belém. Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2019). Porto Alegre: SBC, 2019. v. 1. p. 334-347.

8.3 Perspectivas Futuras

O desenvolvimento dessa pesquisa nos permitiu desenvolver tecnologias para a inspeção de jogos educacionais digitais móveis como IC-MEG e TIMEG. Os resultados

dessa pesquisa fornecem novas perspectivas que podem ser exploradas em trabalhos futuros. A seguir, são apresentadas algumas dessas perspectivas futuras:

Sobre o *checklist* IC-MEG

- Atualizar os atributos de qualidade considerado no IC-MEG, que vieram do MEEGA para a sua evolução denominada MEEGA+.
- Desenvolver um mecanismo para automatizar a realização de novas análises de comentários, para sempre deixar os itens de checagem atualizados com os comentários dos usuários.
- Aumentar ainda mais a facilidade de uso do *checklist*, adicionando melhores descrições aos itens; além de, adicionar um auxílio de tutoriais contendo exemplos de como avaliar um item específico.

Sobre a ferramenta TIMEG

- Desenvolver um mecanismo para adicionar outros *checklists* de inspeção, além dos existentes.
- Desenvolver um modo de colaboração entre os inspetores do jogo avaliado, com a finalidade de agilizar as reuniões posteriores, como a reunião de discriminação.
- Implementar a interação com outras lojas de aplicativos como *Apple App Store* e o *Windows App Store*.

Referências

- AL-SUBAIHIN, A.; FINKELSTEIN, A.; HARMAN, M.; JIA, Y.; MARTIN, W.; SARRO, F.; ZHANG, Y. App store mining and analysis. In: *Proceedings of the 3rd International Workshop on Software Development Lifecycle for Mobile*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–2. [GS Search](#). Citado na página 19.
- ALSAYED, A. O.; BILGRAMI, A. L.; FOSTER, W. Improving software quality management: testing, review, inspection and walkthrough. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, v. 6, n. 1, p. 7–12, 2017. [GS Search](#). Citado na página 43.
- BARBOSA, H.; REOLON, M.; WANGENHEIM, C. G. von. Heurísticas para avaliação de jogos educativos digitais–revisão sistemática de literatura. 2017. [GS Search](#). Citado na página 20.
- BOTTENTUIT, J. B. Do computador ao tablet: Vantagens pedagógicas na utilização de dispositivos móveis na educação/from computer to tablet: Advantages in the pedagogical use of mobile devices in education. *Revista educaonline*, v. 6, n. 1, p. 125–149, 2012. [GS Search](#). Citado na página 12.
- BRASIL. *2º Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais aponta crescimento de games no Brasil*. 2018. 329 p. [Ministério da Cultura](#). Citado na página 12.
- BRYKCZYNSKI, B. A survey of software inspection checklists. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, ACM New York, NY, USA, v. 24, n. 1, p. 82, 1999. [GS Search](#). Citado na página 46.
- CABREJOS, L. J. E. R.; VIANA, D.; SANTOS, R. P. dos. Planejamento e execução de estudos secundários em informática na educação: Um guia prático baseado em experiências. *Jornada de Atualização em Informática na Educação*, v. 7, n. 1, p. 21–52, 2018. [GS Search](#). Citado na página 23.
- CLEMENT. *Receita total global de aplicativos móveis 2014-2023*. 2019. [statista](#). Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/269025/worldwide-mobile-app-revenue-forecast/>>. Citado na página 19.
- DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, INFORMS, v. 35, n. 8, p. 982–1003, 1989. [GS Search](#). Citado 3 vezes nas páginas 63, 67 e 69.
- DAVIS, F. D.; VENKATESH, V. A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International journal of human-computer studies*, Elsevier, v. 45, n. 1, p. 19–45, 1996. [GS Search](#). Citado na página 63.
- DELAMARO, M.; JINO, M.; MALDONADO, J. *Introdução ao teste de software*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2013. [Ministério da Cultura](#). Citado na página 13.

- FAGAN, M. Design and code inspections to reduce errors in program development. In: *Software pioneers*. [S.l.]: Springer, 2002. p. 575–607. [GS Search](#). Citado na página 13.
- FERNANDEZ, A.; ABRAHÃO, S.; INSFRAN, E. Empirical validation of a usability inspection method for model-driven web development. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 86, n. 1, p. 161–186, 2013. [GS Search](#). Citado na página 74.
- FU, B.; LIN, J.; LI, L.; FALOUTSOS, C.; HONG, J.; SADEH, N. Why people hate your app: Making sense of user feedback in a mobile app store. In: *Proceedings of the 19th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1276–1284. [GS Search](#). Citado 3 vezes nas páginas 14, 31 e 32.
- GIRDEN, E. R. *ANOVA: Repeated measures*. [S.l.]: Sage, 1992. [GS Search](#). Citado na página 73.
- HARMAN, M.; JIA, Y.; ZHANG, Y. App store mining and analysis: MSR for app stores. In: IEEE. *2012 9th IEEE working conference on mining software repositories (MSR)*. [S.l.], 2012. p. 108–111. [Ministério da Cultura](#). Citado 5 vezes nas páginas 13, 14, 31, 32 e 44.
- HEDBERG, H.; LAPPALAINEN, J. A preliminary evaluation of software inspection tools, with the desmet method. In: IEEE. *Fifth International Conference on Quality Software (QSIC'05)*. [S.l.], 2005. p. 45–52. [GS Search](#). Citado na página 55.
- HU, Y.; SUN, X.; ZHANG, J.; ZHANG, X.; LUO, F.; HUANG, L. A university student behavioral intention model of online shopping. In: IEEE. *2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*. [S.l.], 2009. v. 1, p. 625–628. [GS Search](#). Citado na página 63.
- JUCÁ, S. C. S. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. *Ciências & Cognição*, v. 8, 2006. [GS Search](#). Citado na página 12.
- KALINOWSKI, M.; SPÍNOLA, R. O.; TRAVASSOS, G. H. Infra-estrutura computacional para apoio ao processo de inspeção de software. *III Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Brasília, Brasil*, p. 62–77, 2004. [GS Search](#). Citado 3 vezes nas páginas 16, 44 e 56.
- KHALID, H.; SHIHAB, E.; NAGAPPAN, M.; HASSAN, A. E. What do mobile app users complain about? *IEEE software*, IEEE, v. 32, n. 3, p. 70–77, 2014. [GS Search](#). Citado 12 vezes nas páginas 13, 14, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 44, 49, 51 e 52.
- KORHONEN, H.; KOIVISTO, E. M. Playability heuristics for mobile games. In: *Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 9–16. [GS Search](#). Citado na página 29.
- LANUBILE, F.; MALLARDO, T.; CALEFATO, F. Tool support for geographically dispersed inspection teams. *Software Process: Improvement and Practice*, Wiley Online Library, v. 8, n. 4, p. 217–231, 2003. [GS Search](#). Citado na página 56.
- MCIVER, J.; CARMINES, E. G. *Unidimensional scaling*. [S.l.]: Sage, 1981. v. 24. [GS Search](#). Citado na página 67.
- MELO, S. M. Inspeção de software. *University of São Paulo: São Carlos, SP*, 2009. [Ministério da Cultura](#). Citado na página 13.

- MOHAMED, H.; JAAFAR, A. et al. Heuristics evaluation in computer games. In: IEEE. *2010 International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP)*. [S.l.], 2010. p. 188–193. [GS Search](#). Citado 5 vezes nas páginas 24, 31, 32, 37 e 43.
- MOTTA, J. P. F.; OLIVEIRA, M. A.; RODRIGUEZ, C.; GOYA, D.; VENERO, M.; ROCHA, R. V. Um relato sobre a capacitação e a produção de um jogo sério. *feedback (princípios de aprendizagem efetiva)*, v. 9, p. 10, 2019. [Ministério da Cultura](#). Citado na página 12.
- MOURA, A. Geração móvel: um ambiente de aprendizagem suportado por tecnologias móveis para a “geração polegar”. Universidade do Minho. Centro de Competência, 2009. [GS Search](#). Citado na página 12.
- MUDAMBI, S. M.; SCHUFF, D. *What makes a helpful online review? A study of customer reviews on amazon.com*. 2010. [GS Search](#). Citado 2 vezes nas páginas 14 e 31.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.: s.n.], 1990. p. 249–256. [GS Search](#). Citado 3 vezes nas páginas 28, 29 e 30.
- PAGANO, D.; MAALEJ, W. User feedback in the appstore: An empirical study. In: *2013 21st IEEE International Requirements Engineering Conference, RE 2013 - Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2013. ISBN 9781467357654. [GS Search](#). Citado 4 vezes nas páginas 14, 31, 32 e 33.
- PANICHELLA, S.; SORBO, A. D.; GUZMAN, E.; VISAGGIO, C. A.; CANFORA, G.; GALL, H. C. How can i improve my app? classifying user reviews for software maintenance and evolution. In: IEEE. *2015 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)*. [S.l.], 2015. p. 281–290. [GS Search](#). Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- PAPERT, S. *The children’s machine: Rethinking school in the age of the computer*. [S.l.]: ERIC, 1993. [GS Search](#). Citado na página 12.
- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 27, n. 03, p. 52–81, 2019. Citado na página 45.
- RIVERO, L.; VINCENZI, A.; MALDONADO, J. C.; CONTE, T. Evaluating software engineers’ acceptance of a technique and tool for web usability inspection. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 114–121. [GS Search](#). Citado na página 56.
- ROCHA, A. da; MALDONADO, J.; WEBER, K. *Qualidade de software: teoria e prática*. Prentice Hall, 2001. [GS Search](#). ISBN 9788587918543. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=gBtGAAAAYAAJ>>. Citado na página 19.
- ROCHA, R. V. da; BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S. Análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de jogos sérios e afins: uma revisão de desafios e oportunidades. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 692. [GS Search](#). Citado na página 31.

- SANCHES, R. M. L.; BATISTA, S. C. F.; MARCELINO, V. de S. Jogos educacionais para dispositivos móveis: Seleção e avaliação por alunos da educação básica. In: *Anais do CIET: EnPED: 2020-(Congresso Internacional de Educação e Tecnologias/ Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância)*. [S.l.: s.n.], 2020. [GS Search](#). Citado na página 12.
- SAUER, C.; JEFFERY, D. R.; LAND, L.; YETTON, P. The effectiveness of software development technical reviews: A behaviorally motivated program of research. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, v. 26, n. 1, p. 1–14, 2000. [GS Search](#). Citado 2 vezes nas páginas 56 e 57.
- SAVI, R.; WANGENHEIM, C.; BORGATTO, A. Um modelo de avaliação de jogos educacionais na engenharia de software. *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2011)*, São Paulo, 2011. [GS Search](#). Citado na página 45.
- SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A.; BUGLIONE, L.; ULBRICHT, V. *MEEGA - A model for the evaluation of games for teaching software engineering*. [S.l.], 2012. [GS Search](#). Citado na página 43.
- TAJRA, S. F. *Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade*. [S.l.]: Saraiva Educação SA, 2011. [GS Search](#). Citado na página 12.
- VASA, R.; HOON, L.; MOUZAKIS, K.; NOGUCHI, A. A preliminary analysis of mobile app user reviews. In: *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 241–244. [GS Search](#). Citado na página 19.
- VIEIRA, E. A. O.; SILVEIRA, A. C. d.; MARTINS, R. X. Heuristic evaluation on usability of educational games: A systematic review. *Informatics in Education*, Vilnius University Institute of Data Science and Digital Technologies, v. 18, n. 2, p. 427–442, 2019. [GS Search](#). Citado na página 20.
- ZAIBON, S. B.; SHIRATUDDIN, N. Heuristics evaluation strategy for mobile game-based learning. In: IEEE. *2010 6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education*. [S.l.], 2010. p. 127–131. [GS Search](#). Citado 4 vezes nas páginas 24, 32, 37 e 43.