

Avaliação Heurística de Jogos Educacionais de Apoio ao Ensino de Manutenção de Software

Diógenes Dias*, Pedro Henrique Dias Valle*, Heitor Augustus Xavier Costa† e Paulo Afonso Parreira Júnior†

*Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos, Brazil

{dio.ds,pedrohenriquevalle}@usp.br

†Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, Brazil

{heitor,pauloa.junior}@dcc.ufla.br

Abstract—Few evaluations have been conducted to evaluate education games quality on software engineering, as software maintenance. To characterize the quality of educational games of support the teaching of software maintenance. For this, we conducted a heuristic evaluation of the educational games of support to teaching of software maintenance that are available in the literature. In general, the SimMS game presented a better quality compared to the MaintES game. However, it is important to emphasize that both games presented deficiencies regarding the educational elements category. The educational games of support software engineering, as software maintenance, should be improved to achieve the educational goals proposed by these tools.

Keywords—*Educational Games; Software Maintenance Education; Heuristic Evaluation*

Resumo—Poucas avaliações têm sido conduzidas para averiguar a qualidade dos jogos educacionais em engenharia de software, em especial manutenção de software. Caracterizar a qualidade dos jogos educacionais de apoio ao ensino de manutenção de software. Para isso, foi conduzido uma avaliação heurística dos jogos educacionais de apoio ao ensino de manutenção de software disponíveis na literatura. Em geral, o jogo SimMS apresentou uma melhor qualidade se comparado com o jogo MaintES. Porém, é importante ressaltar que ambos jogos apresentaram deficiências quanto a categoria de elementos educacionais. Os jogos educacionais de Engenharia de Software, em especial manutenção de software devem ser aprimorados para atingir os objetivos educacionais propostos por essas ferramentas.

Keywords—*Jogos Educacionais; Ensino de Manutenção de Software; Avaliação Heurística*

I. INTRODUÇÃO

A Engenharia de Software (ES) é uma disciplina que se preocupa com todos os aspectos do desenvolvimento de um software, desde o levantamento de requisitos juntos aos *stakeholders* até a fase de manutenção de software [1]. A atividade de manutenção de software pode ser considerada como qualquer modificação realizada no software após ele ser entregue ao cliente. Segundo Sommerville [1], a atividade de manutenção é importante, pois sua condução pode determinar a vida útil de um software. O ensino de manutenção de software geralmente está integrado com o ensino de ES. Pesquisas na literatura reconhecem que a abordagem mais utilizada para ensino de ES é por meio de aulas expositivas, porém, esse tipo de abordagem não tem sido satisfatório para o processo de aprendizado [2].

Assim, têm-se buscado abordagens mais eficazes para o ensino de ES [3, 4, 5]. Neste contexto, jogos educacionais têm emergido como uma alternativa promissora para impulsar o ensino dos conteúdos relacionados a essa disciplina [2]. Segundo os autores, os jogos podem ajudar a fixar conteúdos, despertar a criatividade e motivar o aluno a aprender. Em uma revisão sistemática realizada por Von Wangenheim et al. [4] os autores apresentam jogos educacionais para diferentes subáreas da ES. Em outra revisão, realizada por Pietruchinski et al. [6], os autores apresentam jogos para outras áreas no contexto da informática na educação. No entanto, em nenhuma delas foi possível identificar jogos que estejam relacionados à manutenção de software, caracterizando uma escassez de jogos voltados para o seu o ensino [7]. Em uma investigação mais recente, foi possível encontrar dois jogos educacionais voltados para manutenção de software, denominados SimMS [7] e MaintES [8].

Entretanto, não se tem garantia que esses jogos atendem aos objetivos educacionais. Para que um jogo alcance tais objetivos, é preciso que ele seja bem projetado e apresente características como: ser atrativo, fácil de usar e agradável [9]. Além disso, é importante que o aluno consiga jogar sem dificuldades, entenda o funcionamento do jogo e todos os seus comandos com facilidade. Segundo Gros [10], os objetivos de aprendizagem devem estar bem definidos para despertar o desenvolvimento de habilidades importantes para ampliação da capacidade cognitiva e intelectual dos alunos. Nesse sentido, para averiguar se os jogos propostos por Carvalho e Costa [8] e Simão et al. [7] apresentam boa qualidade, foi realizado uma avaliação por meio de um experimento com esses jogos. Para isso, foi utilizado um conjunto de heurísticas denominado HEDEG (*Heuristic Evaluation for Digital Educational Games*), que tem por objetivo avaliar jogos educacionais considerando cinco categorias, a saber: interface, elementos educacionais, conteúdo, jogabilidade e multimídia [11].

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção II são apresentados os principais conceitos relacionados à manutenção de software, jogos de apoio ao ensino deste conteúdo e avaliação heurística. Na seção III é descrito o planejamento do experimento para avaliação da qualidade dos jogos SimMS e MaintES. Na seção IV são discutidos os resultados obtidos no experimento. Na seção V é apresentado o teste estático realizado para demonstrar que há uma diferença

entre a qualidade dos jogos avaliados. Na seção VI são apresentados os riscos existentes para a validade dos resultados obtidos. E por fim, na seção VII são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os principais conceitos sobre manutenção de software, bem como dois jogos educacionais de apoio ao ensino deste conteúdo. Além disso, é apresentado uma breve descrição sobre avaliação heurística, uma vez que esse método foi utilizado para avaliar a qualidade dos jogos educacionais de apoio ao ensino de manutenção de software disponíveis na literatura.

A. Conceitos Básicos de Manutenção de Software

A atividade de manutenção de software pode ser considerada como toda atividade desenvolvida após o sistema estar disponível para utilização [12]. Durante a atividade de manutenção, o sistema em manutenção passa a receber solicitações dos clientes que podem ser classificadas em três tipos: manutenção corretiva, manutenção adaptativa e manutenção perfectiva [1]. Além dos três tipos de manutenção, existe outro tipo de manutenção que não necessita de uma requisição específica, denominada manutenção preventiva. Esse tipo de manutenção é representado por qualquer melhoria no sistema com o intuito de prevenir futuros problemas em sua utilização [12].

1) *SimMS (Simulador de Manutenção de Software)*: O SimMS é um jogo educacional que simula um ambiente de uma empresa e que atende requisições de manutenção de um sistema específico [7]. A tela principal do jogo é apresentada na Figura 1. O objetivo do jogo é atender às requisições solicitadas por um cliente fictício ranqueando-as conforme sua classificação e executando as etapas conforme as especificações da norma IEEE 1219 [13]. O jogador, ao final de cada requisição de manutenção entregue, recebe um *feedback* informando se ele acertou a ordem de execução das etapas de acordo com a norma e o tempo que ele levou para realizá-las.



Figura 1. Tela principal do SimMS

O jogo foi desenvolvido na linguagem de programação Java, permitindo que ele seja executado em qualquer sistema operacional desde que tenha a JVM (Java Virtual Machine) instalada. Além disso, o jogo também pode ser executado via web por meio da tecnologia de *applets*.

2) *MaintES (Maintenance Educational Software)*: O MaintES é um jogo educacional que simula um ambiente doméstico, em que um estudante busca aprimorar seus conhecimentos e participar de torneios de perguntas relacionadas à manutenção de software [8]. A tela principal do jogo é apresentada na Figura 2. O jogador começa no nível iniciante e, conforme vai participando dos treinamentos, começa a ganhar dinheiro. Esse dinheiro é utilizado para participar dos torneios de manutenção. Além de usar o dinheiro para participar dos torneios, o aluno também pode contratar membros e formar uma equipe. Os membros da equipe podem ser utilizados para auxiliar no torneio utilizando cada membro para eliminar uma alternativa falsa das perguntas.



Figura 2. Tela Principal do MaintES

O jogo foi desenvolvido utilizando plataforma Unity e é possível executá-lo nos ambientes web e *desktop*.

B. Avaliação Heurística

A decisão de utilizar jogos em um ambiente educacional, em geral, é realizada por meio de suposição de seus benefícios, uma vez que não há a realização de uma avaliação formal para verificar a eficácia desses jogos no processo de ensino e aprendizagem [11]. No entanto, verificar se um jogo educacional está apto a ser inserido em um ambiente educacional não é uma tarefa simples. Para auxiliar, é necessário utilizar técnicas e/ou métodos para avaliação dos jogos educacionais [14].

Dentre diversas técnicas existentes para avaliação de jogos educacionais, encontra-se a avaliação heurística. Essa técnica foi desenvolvida por Nielsen [15], com o intuito de avaliar a usabilidade de softwares em geral. A avaliação heurística tem se destacado por permitir uma avaliação rápida, barata e eficiente, podendo ser realizada em qualquer fase de desenvolvimento de um software. Essa técnica envolve avaliadores que buscam por instâncias que sejam violadas por meio de heurísticas. A avaliação heurística geralmente dura

aproximadamente duas horas, podendo variar de acordo com o tamanho e complexidade do sistema analisado [11, 16].

Segundo Nielsen [15] e Mohamed e Jaafar [16], a avaliação heurística deve conter no mínimo três e no máximo cinco avaliadores. Se a quantidade de avaliadores for muito pequena, é possível que todos os problemas não sejam identificados; se essa quantidade exceder cinco avaliadores, o custo pode ser tornar alto e inviabilizar a avaliação. Para que a avaliação heurística seja aplicada de forma eficiente, alguns passos devem ser seguidos [16], sendo eles:

- **Formação:** é realizado um treinamento para que os avaliadores se familiarizem com o conjunto de heurística que será utilizado e com o sistema que será avaliado;
- **Avaliação:** o sistema é avaliado por meio do conjunto de heurísticas para identificar problemas de usabilidade;
- **Taxa de classificação:** os problemas identificados no passo anterior são classificados de acordo com os conceitos de gravidade apresentados na Tabela I; e
- **Processo de revisão:** é realizada uma análise para verificar quais foram os problemas de usabilidade identificados e suas respectivas taxas de classificação, considerando apenas a menor taxa de classificação.

Tabela I. SEVERIDADES PARA OS PROBLEMAS DE USABILIDADE IDENTIFICADOS NA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Conceitos	Descrição
0	O problema que foi encontrado não é necessariamente um problema de usabilidade
1	Problema estético: não é necessário corrigir o erro encontrado, a não ser que haja tempo disponível
2	Baixa prioridade: o problema encontrado é de menor prioridade
3	Alta prioridade: o problema encontrado é de maior prioridade
4	Catástrofe: o problema encontrado deve ser corrigido imediatamente

Após a realização da avaliação heurística, os avaliadores devem preencher um relatório individual com todos os problemas identificados.

Dentre os conjuntos de heurísticas existentes, encontra-se o conjunto de heurísticas HEDEG (*Heuristic Evaluation for Digital Educational Games*) [11]. O conjunto HEDEG está subdividido em cinco categorias, a saber:

- **Interface (IN):** relacionada com os elementos que permitem a comunicação entre os estudantes e o jogo;
- **Elementos educacionais (ED):** relacionada com os elementos que permitem a construção de conhecimentos por parte dos estudantes;
- **Conteúdo (CN):** relacionada com os elementos de conteúdo dos temas abordados, os quais os estudantes irão interagir no decorrer do jogo;
- **Jogabilidade (JG):** consiste de elementos relacionados à experiência do jogador, durante sua interação com o jogo;

- **Multimídia (MM):** relacionada com elementos de multimídia do jogo, a saber: sons, imagens, vídeos, entre outros.

Na Tabela II são apresentados alguns exemplos de questões das categorias definidas nas heurísticas HEDEG. O restante das questões podem ser encontradas em [11].

Tabela II. EXEMPLOS DE QUESTÕES DAS HEURÍSTICAS HEDEG [11]

Id.	Questão
IN	O usuário conhece sua localização e visualiza facilmente seu status no jogo.
ED	O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos do jogo, quais são os objetivos de aprendizagem contemplados por eles.
CN	O jogo possui elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem abordados.
JG	O jogo fornece informações suficientes para que o usuário comece a jogar.
MM	O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos de multimídia do jogo, quais são os objetivos contemplados por eles.

III. PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO

Nesta seção é apresentado o planejamento do experimento realizado com o objetivo de avaliar a qualidade dos jogos educacionais de apoio ao ensino de manutenção de software que estão disponíveis na literatura. Para a condução deste experimento foi utilizado o processo de experimentação proposto por Wholin [17], que é focado em experimentos controlados.

A. Questões de Pesquisa

- Q1: Qual dos jogos relacionados à manutenção de software (a saber: SimMS e MaintES) apresenta uma maior qualidade para auxiliar o ensino de manutenção de software?

B. Objetivo

Analisar os jogos SimMS e MaintES

Com propósito de avaliá-los

Com respeito a sua qualidade para auxiliar o ensino de manutenção de software

Do ponto de vista dos estudantes

No contexto de alunos de pós-graduação em engenharia de software.

C. Seleção dos Sujeitos

Para a execução do experimento foram convidados oito alunos de pós-graduação (Mestrado de Doutorado) em Engenharia de Software do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - USP. Entretanto, para participar do estudo, os sujeitos obrigatoriamente:

- Manifestaram interesse em participar do experimento, assinando o formulário de consentimento e o formulário de caracterização de perfil, para o conhecimento do grau de experiência de cada sujeito.
- Participaram de treinamento que foi conduzido para explicar os conceitos de Manutenção de Software e avaliação heurística.

D. Seleção dos Jogos

Para seleção dos jogos que foram avaliados, foram realizadas buscas nos principais eventos relacionados à Informática na Educação no Brasil, a saber: SBIE, WIE, WEI, TISE e no Google Scholar com os termos “jogos educacionais”, “educational games”, “manutenção de software” e “software maintenance”. Além disso, foram consultados especialistas para identificar jogos que não foram publicados nesses eventos ou que não foram retornados na lista de resultados do Google Scholar. Como resultados, foram encontrados jogos para diferentes subáreas da ES [4], porém para o ensino de Manutenção de Software, apenas dois jogos educacionais foram identificados, apresentados na Seção II.

E. Hipóteses do Estudo

- **Q1:** Qual dos jogos no domínio de manutenção de software (a saber: SimMS e MaintES) apresenta uma maior qualidade para auxiliar o ensino de manutenção de software?
 - **Hipótese nula (H_0):** Não há diferença entre a qualidade dos jogos SimMS e MaintES para auxiliar o ensino de manutenção de software.
 - **Hipótese alternativa (H_1):** Há diferença entre a qualidade dos jogos SimMS e MaintES para auxiliar o ensino de manutenção de software.

F. Design do Experimento

No *design* do experimento foram definidos os seguintes itens:

- **Abordagem:** Um fator e dois tratamentos.
- **Fator:** Qualidade dos jogos de manutenção de software.
- **Tratamentos:** Jogos SimMS e MaintES.

A Tabela III ilustra um exemplo de como os sujeitos do experimento foram alocados. Os sujeitos foram divididos em dois grupos, sendo que cada grupo era formado por 3 alunos de mestrado e 1 de doutorado. Os sujeitos foram alocados nos grupos de acordo com suas experiências identificadas por meio de um questionário de caracterização de perfil.

G. Instrumentação

A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos instrumentos utilizados no experimento:

- **Jogos no domínio de manutenção de software:** Para a condução do experimento foram utilizados os jogos SimMS e MaintES.
- **Formulário de caracterização de perfil:** Aplicou-se um formulário para verificar a experiência dos sujeitos nos seguintes temas: Manutenção de Software, Jogos Educacionais e Avaliação Heurística;
- **Roteiro para avaliação dos jogos educacionais:** Utilizou-se um documento com uma sequência de passos que os sujeitos deveriam realizar para a execução da avaliação. Desta forma, os sujeitos

conseguiram conhecer todas as funcionalidades dos jogos avaliados;

- **Formulário com heurísticas do conjunto HEDEG:** Utilizou-se um formulário com as heurísticas do conjunto HEDEG, no qual os sujeitos atribuíram graus de severidade para os problemas identificados em cada um dos jogos [11];
- **Relatório dos problemas encontrados:** Utilizou-se um documento no qual os sujeitos escreveram os principais problemas identificados na avaliação heurística e sugestões de melhorias.

Tabela III. DISTRIBUIÇÃO DOS SUJEITOS NO EXPERIMENTO

Sujeitos	SimMS	MaintES
1	X	
2	X	
3	X	
4	X	
5		X
6		X
7		X
8		X

IV. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo desta avaliação foi verificar a qualidade dos jogos SimMS e MaintES com relação a diferentes elementos essenciais à qualidade dos jogos educacionais, a saber: interface, elementos educacionais, conteúdo, jogabilidade e multimídia. No contexto desta avaliação, a média do grau de severidade de cada elemento ($GS_{elemento}$) foi obtida pela soma de todos os graus de severidade de um mesmo elemento dividido pela quantidade de heurísticas consideradas no elemento. Um exemplo de cálculo do GS para o elemento Conteúdo pode ser observado na Fórmula 1.

$$GS_{Cn} = \frac{Cn_1 + Cn_2 + Cn_3 + Cn_4 + Cn_5 + Cn_6}{6} \quad (1)$$

É importante ressaltar que número do denominador da Fórmula 1 refere-se a quantidade de heurísticas para cada elemento analisado, a saber: interface (10), elementos educacionais (6), conteúdo (6), jogabilidade (9) e multimídia (5). Por fim, a qualidade de cada elemento ($Q_{elemento}$) foi definida pela média dos graus de severidade dos avaliadores conforme apresentado na Fórmula 2:

$$Q_{elemento} = \frac{GS_1 + GS_2 + GS_3 + GS_4}{4} \quad (2)$$

Desta forma, a seguir são apresentados os resultados obtidos quanto à qualidade dos elementos analisados para cada jogo conforme observados na Tabela IV. Na primeira coluna são apresentadas os elementos essenciais a qualidade dos jogos educacionais, os quais são representados por categorias de heurísticas no conjunto HEDEG [11], sendo elas: interface (IN), elementos educacionais (ED), conteúdo (CN), jogabilidade (JG) e multimídia (MM).

A segunda e a terceira coluna contém os valores que correspondem a qualidade dos elementos essenciais para bons jogos educacionais. Como análise dos resultados, foram considerados como bons resultados os graus de severidade com taxas de gravidade 0 e 1. Os problemas identificados e avaliados com taxa de gravidade 2, 3 e 4 foram considerados

Tabela IV. QUALIDADE DOS JOGOS SIMMS E MAINTES

Categorias	Jogos	
	SimMS	MaintES
IN	1,28	1,83
ED	1,90	1,71
CN	0,71	1,83
JG	0,83	1,69
MM	0,20	1,45
Média	0,98	1,70

graves e precisam ser resolvidos antes da disponibilização dos jogos. Como pode ser observado na Tabela IV, de forma geral o jogos SimMS apresentou uma melhor qualidade se comparado com o jogo MaintES. O primeiro elemento avaliado foi a “Interface”, ambos os jogos obtiveram bons resultados. No entanto, o jogo SimMS foi melhor avaliado. Os elementos “Conteúdo”, “Jogabilidade” e “Multimídia” foram avaliados no jogo SimMS com uma boa taxa de qualidade, ou seja, próximo da média 0 ou 1. Já “Elementos Educacionais” foi o elemento com maiores problemas identificados, nas quais as taxas de qualidades foram próximas de 2. É importante ressaltar que apenas neste elemento o jogo MaintES obteve uma taxa de qualidade melhor se comparado com o jogo SimMS.

V. TESTE DE HIPÓTESE

Apesar dos valores apresentados na Tabela IV indicarem que o jogo SimMS obteve uma maior qualidade que o jogo MaintES, foi necessário realizar uma análise estática a partir de testes de hipóteses com o objetivo de garantir confiabilidade na afirmação realizadas. É importante ressaltar que o objetivo do teste de hipótese é analisar se a hipótese nula (H_0) pode ser rejeita com grau de significância para aceitação da hipótese alternativa (H_1).

Neste estudo, utilizou-se o menor grau de significância possível para rejeitar a hipótese nula e o maior grau de significância aceito para rejeitar a hipótese nula, a saber: 5%. Desta forma, a hipótese nula só pode ser considerada rejeitada com um grau de confiança maior ou igual a 95%. Para isso, foi necessário verificar se os dados utilizados estavam normalizados aplicando o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Neste trabalho foi considerada a qualidade do jogo SimMS representa por $Q_{SimMS} = (1,28;1,90;0,71;0,83;0,20)$, sendo assim esses valores foram considerados normalizados com grau de significância $p = 0.01$, uma vez que $W = 0.97$ e $Threshold (p=0.01) = 0.68$.

Para o jogo MaintES com qualidade representada por $Q_{MaintES} = (1,83; 1,71; 1,83; 1,69; 1,45)$, os valores também foram considerados normalizados com grau de significância $p = 0.01$, pois $W = 0.84$ e $Threshold (p=0.01) = 0.68$. Desta forma, foi possível aplicar o teste *t-student*, a partir dos valores identificados na qualidade dos jogos ($Q_{SimMS} = (0,98)$ e $Q_{MaintES} = (1,70)$). Assim, a hipótese nula (H_0) pôde ser rejeitada com grau de significância $p = 0,04638$. Ou seja, pode-se afirmar com aproximadamente 99% de confiança que há uma diferença entre a qualidade dos jogos avaliados. Dessa forma, como os valores do SimMS são menores, há indícios de que realmente este jogo apresenta melhores resultados do que o MaintES.

VI. AMEAÇAS À VALIDADE

A seguir, apresentam-se os riscos à validade dos resultados da avaliação. Os riscos identificados são classificados em validade de conclusão, validade interna e validade externa.

A. Validade de conclusão:

O roteiro dos jogos com os passos que os sujeitos do estudo deveriam realizar para conhecer as principais funcionalidades dos jogos podem estar mal elaborados e isso pode ser considerado uma ameaça à validade do estudo. No entanto, para amenizar este problema, os sujeitos do estudo exploraram os jogos com o intuito de conhecer as principais funcionalidades e fluxos dos jogos.

B. Validade interna:

O fato da seleção dos sujeitos ser de forma não aleatória pode ser considerado uma ameaça à validade interna. Uma vez que foram utilizados estudantes de pós-graduação em engenharia de software como avaliadores no estudo. No entanto, é importante ressaltar que não foram demonstradas expectativas contra ou a favor a qualquer um dos jogos avaliados, para que os sujeitos não fossem influenciados. Além disso, os sujeitos foram distribuídos nos grupos de acordo com seus níveis de experiência, os quais foram verificados por meio do questionário de caracterização de perfil, para que assim os grupos ficassem homogêneos.

C. Validade externa:

Os jogos selecionados podem ter influenciado nos resultados. No entanto, foram realizadas buscas nos principais congressos e *journals* do Brasil para identificar jogos educacionais de apoio ao ensino de manutenção de software. A qualidade dos formulários apresentados aos avaliadores também pode ter influenciado nos resultados. No entanto, em trabalhos futuros, pretende-se replicar este estudo com outros grupos de sujeitos e jogos com o objetivo de isolar possíveis influências ao estudo realizado.

VII. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesse trabalho foi realizada uma avaliação dos jogos educacionais de apoio ao ensino de manutenção de software, a saber: SimMS e MaintES. É importante ressaltar que realizar avaliações de jogos educacionais é algo muito importante, pois permite identificar os pontos fracos dos jogos analisados e propor soluções para que esses jogos possam ser utilizados como ferramentas de apoio ao processo de ensino e aprendizagem.

Para realizar a avaliação dos jogos, SimMS e MaintES, foi utilizado um conjunto de heurísticas denominada HEDEG [11] que contém 5 categorias, sendo elas: interface, elementos educacionais, conteúdo, jogabilidade e multimídia. Os resultados indicam que os jogos avaliados apresentam problemas, principalmente com relação à categoria de “elementos educacionais” o que pode comprometer o auxílio desses jogos no ensino de manutenção de software. Por meio de testes estatísticos foi possível verificar que o jogo SimMS apresenta uma melhor qualidade com relação aos elementos analisados.

Espera-se que com a realização deste trabalho, novas avaliações de jogos de apoio a disciplina de engenharia de software sejam realizadas. Além disso, acredita-se a que partir dessa avaliação, alguns pontos abordados neste trabalho sejam considerando durante o processo de desenvolvimento de novos jogos educacionais. Como trabalhos futuros, pretende-se evoluir algum desses jogos para que eles contemplem uma maior quantidade de conteúdos de manutenção de software e que seja possível realizar uma nova avaliação com um número maior de sujeitos em uma disciplina de engenharia de software na graduação.

REFERÊNCIAS

- [1] I. Sommerville, *Engenharia de Software*, 9th ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- [2] C. G. Von Wangenheim and A. Von Wangenheim, “Ensinando computação com jogos,” *Bookess Editora, Florianópolis, SC, Brazil, ISBN*, vol. 349987044, 2012.
- [3] M. Gnatz, L. Kof, F. Prilmeier, and T. Seifert, “A practical approach of teaching software engineering,” in *Proceedings 16th Conference on Software Engineering Education and Training, 2003. (CSEE T 2003)*, March 2003, pp. 120–128.
- [4] C. G. Von Wangenheim and F. Shull, “To game or not to game?” *Software, IEEE*, vol. 26, no. 2, pp. 92–94, 2009.
- [5] R. Prikladnicki, A. B. Albuquerque, C. G. von Wangenheim, and R. Cabral, “Ensino de engenharia de software: desafios, estratégias de ensino e lições aprendidas,” *FEES-Fórum de Educação em Engenharia de Software*, pp. 1–8, 2009.
- [6] M. H. Pietruchinski, J. C. Neto, A. Malucelli, and S. Reinehr, “Os jogos educativos no contexto do sbie: uma revisão sistemática de literatura,” in *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2011.
- [7] D. D. Simão, D. F. Correa, and P. A. P. Júnior, “Simms-um jogo educacional de apoio ao ensino de manutenção de software.” Maceió, Brasil: II Workshop on Software Visualization, Evolution and Maintenance, 2014.
- [8] M. M. d. Carvalho and H. A. X. Costa, “Maintes-um jogo educacional para apoiar o processo de ensino-aprendizagem sobre manutenção de software,” in *Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras*. Lavras, Brasil: Universidade Federal de Lavras, 2014.
- [9] G. A. M. Falkembach, “O lúdico e os jogos educacionais,” *Mídias na Educação*, vol. 16, 2006.
- [10] B. Gros, “The impact of digital games in education,” *First Monday*, vol. 8, no. 7, pp. 6–26, 2003.
- [11] P. H. D. Valle, R. F. Vilela, P. A. P. Júnior, and A. C. G. Inocência, “Hedeg-heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais,” in *XVIII Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE)*. Porto Alegre, Brasil: Nuevas Ideas En Informática Educativa, 2013.
- [12] R. Pressman and B. Maxim, *Engenharia de Software-8ª Edição*. McGraw Hill Brasil, 2016.
- [13] *IEEE 1219, Standard for Software Maintenance*, IEEE Std. 1219, 1998.
- [14] R. T. Hays, “The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion,” DTIC Document, Orlando, USA, Tech. Rep., 2005.
- [15] J. Nielsen, “Heuristic evaluation,” *Usability inspection methods*, vol. 17, no. 1, pp. 25–62, 1994.
- [16] H. Mohamed and A. Jaafar, “Analyzing critical usability problems in educational computer game (usaecg),” in *VII International Conference on Human-Computer Interaction (IASTED), Baltimore*. Baltimore, USA: IEEE, 2012, pp. 162–168.
- [17] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. C. Ohlsson, B. Regnell, and A. Wesslén, *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media, 2012.