

# Uma Gamificação para Ensino e Aprendizagem de Teste Exploratório de Software: Aplicação em um Estudo Experimental

Igor Ernesto Ferreira Costa, Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira, Lucas Felipe Ferraro Cardoso, Ana Isabela Manito Ramos, Rafael Nascimento de Sousa

Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PPGCC) – Faculdade de Computação (FACOMP) – Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN)  
Universidade Federal do Pará – UFPA

Rua Augusto Correa, 01 – Guamá – Belém-PA – Brasil

iggor16@gmail.com; srbo@ufpa.br; lucas.cardoso@icen.ufpa.br; aisabelamr@gmail.com; rafaelousa2187@gmail.com

**Abstract**—The exploratory testing (ET) is an approach that has become very relevant in the software testing process and, with this, its application in the industrial scenario has grown, mainly due to the emergence of agile practices in the software development process to meet the Time to Market. However, it is a subject little discussed in the academic context, for this reason this work uses gamification as a motivating and systematic strategy in the teaching and learning of exploratory testing applied to a test team formed from the subject of a laboratory of practical application of Software Engineering in a graduated class of Computer Science. The results show that students have remained engaged in achieving excellent performance and feeling prepared to use this test approach in the industrial and academic context.

**keywords**—Exploratory Testing; Gamification; Education of Test; Learning and Teaching of Test; Software Testing.

## I. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados no ensino de Engenharia de *Software* é suprir a necessidade de utilizar métodos de ensino que tornam esse processo mais efetivo [12]. Nessas circunstâncias, vários estudos vêm sendo realizados sobre o teste de *software*, principalmente, no contexto de aplicabilidade envolvendo métodos ágeis e abordagens sistemáticas de ensino deste assunto.

O Teste Exploratório (TE) é uma abordagem de teste manual que enfatiza a responsabilidade e a liberdade do testador para explorar o sistema, permitindo que o testador adquira conhecimento do programa ao mesmo tempo em que executa os testes, pois os casos de testes não são pré-estabelecidos em um plano de teste [1][2][5][13].

O TE é flexível e o promove o rápido *feedback*, no entanto, a escassez na geração de documentação ocasionou o surgimento das técnicas de gerenciamento de teste visando principalmente a estruturação desta referida abordagem [5][6]. Observou-se que a técnica *Session-Based Test Management* (SBTM) é a mais difundida dentre as outras técnicas, conforme foi evidenciado na realização de um mapeamento sistemático da literatura (MSL) sobre a eficiência e eficácia de TE [4]. Assim, este trabalho buscou integrar o SBTM na aplicação de TE.

No contexto de educação, o uso da gamificação permite que os estudantes consigam visualizar os efeitos de suas ações, o seu desempenho no aprendizado e como isso acontece progressivamente, tornando-se um facilitador no relacionamento entre as partes envolvidas

na prática do ensino, imerso como em um jogo [10]. Assim define-se que a gamificação é a utilização de elementos de jogos fora do seu contexto, onde é utilizado para mobilizar os indivíduos a agir, ajudar, resolver problemas, interagir e promover o aprendizado [8][9].

Diante disso, este trabalho visa aplicar uma estratégia sistemática de ensino de TE utilizando gamificação para proporcionar aos estudantes melhores conhecimentos sobre a aplicabilidade dessa abordagem, assim como capacitá-los para atender as necessidades de mercado. Além disso, este presente trabalho também busca colaborar para futuras pesquisas sobre este assunto.

Além desta seção introdutória, a Seção II apresenta os trabalhos relacionados, na Seção III trata a abordagem sistemática e gamificada, na Seção IV é apresentado o experimento executado, na Seção V são mostrados os resultados obtidos, e na Seção VI são discutidas as ameaças à validade deste estudo e, por fim, na Seção VII é apresentada a conclusão deste estudo.

## II. TRABALHOS RELACIONADOS

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa na literatura especializada sobre trabalhos que usam a gamificação como apoio ao ensino de TE. No entanto, nenhum trabalho foi encontrado, assim os trabalhos relacionados abrangem o ensino de teste em geral, evidenciando a importância, a relevância e a originalidade deste estudo.

Herbert [7] apresenta quatro padrões de ensino de teste para profissionais que não desenvolvem software. Estes padrões foram extraídos a partir das experiências no curso de teste aos alunos de graduação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. O referido autor aplicou teste funcional baseada em riscos haja vista que os indivíduos tinham amplo conhecimento do domínio do sistema sob teste. Contudo, o autor não relata detalhes da abordagem utilizada no ensino e os padrões enfatizam mais a descrição de conceitos e as boas práticas de teste.

Valle, Barbosa e Maldonado [11] realizaram um MSL para identificar as abordagens que auxiliam no ensino de teste. Os resultados indicam que existem mais ocorrências de pesquisas sobre o ensino de teste com programação e utilização de jogos educacionais, com enfoque principalmente na fase de projeto de caso de teste. Contudo, foram poucos os trabalhos observados e a maioria apresentou resultados parciais.

Ribeiro e Paiva [14] apresentam um jogo educativo para a aprendizagem de teste de *software*. O *iLearTest* é

destinado, especificamente, ao auxílio de profissionais que almejam a obtenção da certificação do ISTQB. No entanto, todo o conteúdo abordado é voltado somente para o nível base (*Foundation Level*), baseado no *Syllabus*.

Conforme pode ser observado, nenhum trabalho apresentado aborda a prática de ensino de teste utilizando qualquer estratégia com elementos de gamificação. Nesse contexto, o presente trabalho diferencia-se por apresentar uma estratégia sistemática com a utilização de vários elementos lúdicos na forma de facilitar, melhorar o engajamento, minimizar os desníveis entre alunos e, principalmente, impulsionar o ensino sobre TE no contexto acadêmico.

### III. ABORDAGEM SISTEMÁTICA E GAMIFICADA

Inicialmente, destaca-se que o presente estudo tem a seguinte questão de pesquisa: *A utilização de gamificação permite auxiliar no ensino e aprendizado dos participantes?*. Diante disso, este tópico apresenta uma descrição geral da abordagem utilizada.

#### A. Visão Geral

Na gamificação foram utilizados vários elementos alusivos ao jogo de caça ao tesouro (vide Fig. 1), bem como os personagens foram baseados no filme Piratas do Caribe. Neste contexto, é possível observar como cada elemento de jogo foi definido e mais detalhes de cada etapa do experimento no trabalho [3].



Figura 1. Fluxograma do experimento.

#### B. Regras e Prêmios

Basicamente as regras foram definidas em torno do comportamento dos estudantes, isto é, as perguntas realizadas, a presença em sala de aula, as sugestões e a participação são fatores que bonificam, em contrapartida a ausência nas aulas, se atrapalham a realização das atividades e se não realizam as atividades em questão acarretam na penalização. Além disto, há também regras relacionadas ao controle, como cumprir o tempo destinado a uma tarefa e a resolução de enigmas que são pré-requisitos para receberem alguns brindes.

Com isso, é realizada a correlação do desempenho dos estudantes nas ações participativas e atividades executadas conforme o avatar obtido. No caso, são quatro níveis possíveis, onde o Nível 1 é o Marty, Nível 2 é o Will Turner, Nível 3 é o Joshamee Gibbs e Nível 4 Jack Sparrow. Destaca-se que é gerado um avatar geral de cada etapa, então a partir disso é gerado o avatar geral através do cálculo da média aritmética considerando todas as etapas executadas. Nesse caso, a nota de peso dos avatares são proporcionais aos níveis, sendo peso 1 para o nível 1, peso 2 para nível 2 e assim por conseguinte.

De maneira geral, os prêmios são concedidos em medalhas e moedas, os quais dependem do desempenho nas ações participativas. Há também a concessão de brindes, os quais são prêmios que não concedem quaisquer vantagens na dinâmica, apenas é um benefício extra no jogo, por exemplo, um livro, chocolate, etc. Portanto, é possível consultar mais detalhes no trabalho em [3].

### IV. EXPERIMENTO

Esta seção apresenta em detalhes o estudo experimental realizado para avaliação da abordagem apresentada sucintamente na Seção III.

#### A. Ambiente de Aplicação

O ambiente de realização do experimento foi em um laboratório de informática, onde os estudantes envolvidos no experimento eram quatro pessoas que faziam parte de uma equipe de teste que estavam engajados num projeto de desenvolvimento de um sistema para o ICEN e pretendiam utilizar a abordagem de TE.

#### B. Metodologia do Experimento

A execução do experimento foi dividida em sete dias, sendo duas aulas de 50 minutos em cada dia. Dessa maneira, do 1º ao 4º dia foram aplicação teórica com exercícios práticos (etapa “Formar o Pirata”), enquanto no 5º e no 6º dia foram aplicações inteiramente práticas de TE (da etapa “Receber Ordens” a “Lutar na Batalha”), e no 7º dia houve a premiação (da etapa “Validar Resultados” a “Premiar Vencedores”) e o *feedback* sobre o experimento. Destaca-se que o 4º dia foi aplicado somente uma prova avaliativa contendo questões objetivas e subjetivas. Em [3] pode ser observado mais detalhes de cada etapa.

O experimento é iniciado na etapa “Formar o Pirata” e finaliza na etapa “Premiar Vencedores” (vide Fig. 1), sendo que foram executadas duas vezes a iteração que inicia na etapa “Procurar Tesouro” até “Premiar Pirata Destaque”. Antes de iniciar a etapa “Formar o Pirata” (aulas introdutórias), foi aplicado um formulário com intuito de coletar dados para identificar o grau de conhecimento dos estudantes em relação ao teste de *software*, em especial ao TE e técnicas inerentes a esta abordagem. Destaca-se que no primeiro contato em sala de aula foi apresentada a proposta, os procedimentos e as regras do experimento.

No experimento há três perfis: o autor deste trabalho teve o papel de especialista, com a responsabilidade de ministrar as aulas introdutórias e conduzir o experimento, os estudantes tinham o perfil de testador, com a responsabilidade de testar e registrar os defeitos detectados e havia dois indivíduos que foram os juizes, com o papel de observar o comportamento dos testadores, gerenciar a escolha das cartas e alimentar a planilha de pontos.

#### C. Ferramentas de Software

Basicamente foram usadas as ferramentas do *Google*, como *Google Forms* para coletar os dados sobre o conhecimento prévio dos estudantes, a planilha eletrônica do *Google*, para elaborar a tabela de *Ranking* e outros materiais necessários, bem como para extrair e armazenar os dados quantitativos. Enquanto os dados qualitativos foram recolhidos a partir de um programa instalado em um dispositivo móvel que registrou na forma de áudio.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta e discute os resultados quantitativos e qualitativos obtidos a partir do experimento.

### A. Resultados Quantitativos

Destaca-se que todos os estudantes obtiveram um bom desempenho nos exercícios por obterem a nota máxima. Enquanto na prova avaliativa, Anne, Cofresí e Henry (nomes fictícios dados aos testadores) obtiveram notas 8, 6 e 5, respectivamente. Assim relacionou-se nota a um conceito, sendo nota menor que 5 é conceito Insuficiente, de 5 a 6.9 é conceito Regular, de 7 a 8.9 é conceito Bom e de 9 a 10 é conceito Excelente. No entanto, a obtenção de conceito regular por parte de Cofresí e Henry, pode ser justificada em razão de faltarem algumas aulas.

Destaca-se que todos os estudantes não obtiveram um conceito melhor, em virtude de confundir o que seria as etapas do processo de teste com as etapas do processo V&V (verificação e validação), ao perceber as suas respostas na referida questão. Numa análise mais abrangente, os estudantes obtiveram um ótimo desempenho nas etapas cruciais da dinâmica, as quais tinham como atividade a detecção de defeitos e de análise dos três aspectos a partir do relatório de sessão de outro estudante.

Enquanto numa análise mais específica, percebe-se que Anne e Cofresí obtiveram um bom desempenho por terem alcançados em sua maioria avatares de nível 3. Anne obteve 12 Gibbs e 2 Jack, enquanto Cofresí obteve 1 Tuner, 11 Gibbs e 2 Jack, por outro lado, o fato de Henry faltar dois dias do experimento justifica a grande parte da obtenção do avatar Gibbs, tendo somente um bom desempenho justamente quando esteve presente e participativo na dinâmica.

O desempenho baixo de Henry se justifica pelo fato de encontrar poucos defeitos e não registrar com clareza alguns desses defeitos, apesar de realizar uma boa análise dos três aspectos. Nesse contexto, menciona-se que a média aritmética de Cofresí, Henry, Anne e Drake foram 3.07, 1.71, 3.14 e 1.0, respectivamente. Destaca-se, que o Drake faltou todas as aulas então ficou com nível básico.

Dentre os 31 defeitos, 4 foram considerados duplicados, em virtude de dois estudantes registrá-los, além de ter 2 defeitos falsos positivos, por registro equivocado. Dessa maneira, resume-se que foram detectados 27 defeitos diferentes, e somente 5 estavam no catálogo (registro defeitos inseridos propositalmente), sendo assim 22 defeitos eram pertinentes ao programa. Em outras palavras, analisa-se que em torno de 81,5% dos defeitos eram nativos do programa, fato que proporciona observar que a subjetividade proporcionada pela aplicabilidade do TE pode favorecer a detecção de vários defeitos num curto tempo.

A efetividade anteriormente mencionada pode ser justificada pela quantidade de defeitos encontrados pelo tempo total dedicado ao teste. Para esse caso, considera-se que foram 5 sessões de testes executadas com 30 minutos cada, assim sendo 27 defeitos detectados em 150 minutos, então a média de tempo de detecção e registro de um defeito é a cada 5,5 minutos, evidentemente considerando três testadores e defeitos não duplicados.

Dessa maneira, compreende-se que a efetividade da aplicabilidade é bastante interessante para processos de teste quando há pouco tempo e também com propósito de seguir um processo mais ágil. Este fato converge com os relatos dos estudantes quando afirmaram que se realizassem testes com roteiros pré-definidos haveria uma grande possibilidade de não serem tão efetivos na detecção de defeitos. Diante dos dados, conclui-se também que os estudantes Cofresí e Anne tiveram praticamente o mesmo desempenho.

### B. Resultados Qualitativos

Os estudantes avaliaram que os exercícios foram excelentes, pois permitiram fixar os assuntos entendendo melhor a maneira de como criar as missões, teste e consequentemente aperfeiçoar a aplicabilidade do TE com a técnica de SBTM. No entanto, avaliaram que seria muito importante se obtivessem mais tempo disponível para praticar ainda mais e até mesmo poder discutir dentro de sala de aula o que cada estudante fez, pois tudo isso proporcionaria um entendimento mais aprofundado das ideias relacionadas ao que estava sendo abordado.

Na prova avaliativa, o estudante Anne foi único que conseguiu obter um conceito Bom, justifica-se por estar presente em todos os dias de aula, enquanto os outros dois estudantes obtiveram conceito Regular. Apesar de dois estudantes obterem desempenho regular na prova, as aulas introdutórias foram avaliadas como positivas, pois nenhum estudante obtinha qualquer conhecimento prévio sobre teste de *software*, muito menos uma ideia de como aplicar o TE, bem como sobre a utilização das técnicas relacionadas a esta abordagem. Neste contexto, o formulário inicial foi importante por permitir comparar os conhecimentos prévios com os resultados dos exercícios e da prova.

De acordo com o relato dos estudantes, o *feedback* foi importante para transmitir as suas opiniões, sugestões e visão crítica do experimento. Dessa maneira, vários fatores positivos sobre o experimento foram mencionados:

- a) *Exemplos demonstrados, bem como a forma de apresentá-los*, contribuíram para melhorar o aprendizado da abordagem de TE, e que os exemplos de casos reais foram de grande valia para compreenderem sobre a aplicabilidade da abordagem de TE;
- b) *Tópicos e Conteúdos das aulas introdutórias*, contribuíram para expandir o conhecimento sobre teste de *software*;
- c) *O cenário de caça ao tesouro*, os estudantes se sentiram imersos no mundo de pirata tendo que explorar a procura de tesouros (defeitos) tendo como avatar personagens do filme piratas do caribe;
- d) *A dinâmica*, contribuiu à melhor compreensão da aplicabilidade de TE, sendo a parte que mais gostaram, por ser inteiramente prática e empolgante à medida que encontravam mais defeitos;

Por outro lado, os estudantes também mencionaram alguns fatores negativos, os quais foram:

- a) *Didática*, o fato do especialista prender-se em vários exemplos, foi visto como desnecessário quando houve uma compreensão rápida do assunto em questão no primeiro exemplo descrito;

b) *Personalizar avatar*, houve um gasto de tempo maior do que o esperado quando os estudantes precisaram personalizar o avatar, isto é, um estudante por vez dirigiu-se aos juizes em virtude de haver uma quantidade mínima de cada tipo de carta, ocasionando assim a perda de tempo. Além de precisar consultar os juizes toda vez que esqueciam quais as cartas tinham posse.

## VI. AMEAÇAS À VALIDADE

Esta seção discute algumas ameaças à validade do experimento realizado, bem como dos resultados obtidos.

### A. Interna

Argumenta-se que a abordagem sistemática e gamificada foi aplicada adequadamente, pois os estudantes obtiveram um desempenho proporcional a sua participação no experimento. Além disso, ficou evidente que a gamificação proporcionou aos estudantes a imersão no mundo de jogo e engajamento para que obtivessem o melhor desempenho possível, tudo isso pôde ser confirmado pelos relatos no momento de *feedback*.

### B. Externa

Apesar ser envolvido apenas três estudantes com papel de testador, considera-se que é possível ser reproduzido em outros ambientes ao analisar alguns fatores listados: a) os testadores não obtinham conhecimento prévio sobre teste de *software*; b) o programa utilizado já havia sido submetido a alguns testes iniciais, todavia ainda foi possível descobrir uma quantidade significativa de defeitos nativos ao programa desde o seu desenvolvimento; e c) as regras e os materiais estão disponíveis em outros estudos iniciais [3] podendo ser consultados livremente.

### C. Construção

De início adotou-se como estratégia inicial a condução de um MSL [4] para identificar vários fatores positivos e negativos da aplicabilidade de TE, a partir disto houve a identificação dos elementos de jogos, descrição de regras, os propósitos e os materiais necessários. Todo esse processo ocorreu sempre com o acompanhamento e validação de um especialista na área de Engenharia de *Software* com inúmeros trabalhos publicados sobre gamificação na educação. Assim, construiu-se e executou-se o experimento obtendo resultados com aderência ao que se almejou investigar.

### D. Conclusão

É perceptível que os resultados qualitativos convergiram com os resultados quantitativos obtidos, e que isto nos permite afirmar que a aderência dos resultados representa um fator bastante relevante para a aplicabilidade sistemática e gamificada da abordagem de TE. Nesse contexto, a validade conclusiva baseia-se nos resultados obtidos, evidenciando que a gamificação realmente auxiliou no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (testadores).

## VII. CONCLUSÃO

Em vista de tudo que foi apresentado, percebe-se que os estudantes estiveram satisfeitos com o experimento, porém gostariam de pelo menos mais uma sessão de teste,

haja vista que foi uma prática mais envolvente com a gamificação, provocando a diminuição de qualquer resistência de interação. Diante disso, pode ser percebido que a questão lúdica provocou maior interesse nos estudantes, ao ser evidenciado que se sentiram estimulados para obterem um bom desempenho. Destaca-se que os pontos de melhorias levantados pelos estudantes nessa primeira execução do experimento devem ser adotados para aperfeiçoar o experimento na próxima execução.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado institucional ao autor deste trabalho, bem como aos estudantes participantes do experimento e os colaboradores que participaram do experimento no papel de juiz.

## REFERÊNCIAS

- [1] C. Kaner, “A Tutorial in Exploratory Testing”. QUEST, 2008.
- [2] D. Pfahl, H. Yin, M. Mantyla and J. Munch, “How is Exploratory Testing Used?: A state of the Practice Survey”. EPEM’14, September 18-19, Torino, Italy. 2014. Copyright 2014 ACM. ISBN: 978-1-4503-2774-9/14/09.
- [3] I. Costa e S. Oliveira, “A Systematic Strategy to Teaching of Exploratory Testing Using Gamification”. 14<sup>th</sup> International Conference on Evaluation of Novel Approachs to Software Engineering. ENASE. 2019
- [4] I. Costa e S. Oliveira, “Um Estudo Baseado em Evidências sobre a Eficácia e Eficiência de Teste Exploratório”. 16<sup>th</sup> International Conference on Information Systems & Technology Management – CONTECSI. 2019.
- [5] J. Bach, “Exploratory Testing”. In: The Testing Software engineer, 2nd ed., E. van Veenendaal (Ed.) Den Bosch: UTN Publishers, pp. 253-265. 2004.
- [6] J. Itkonen and M. Mantyla, “Are test cases needed? Replicated comparison between exploratory and test-case-based software testing”. Empirical Software Engineering, pp. 1-40. 2013..
- [7] J. Herbert, “Patterns to Teach Software Testing to Non-developers”. SugarLoafPLoP 16 Proceedings of the 11th Latin-American Conference on Pattern Languages of Programming. 2016. HILLSIDE 978-1-941652-05-3.
- [8] K. Kapp, “The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education”. North Carolina: Pfeiffer, 2012, 366 p.
- [9] K., Werbach and F. Hunter, “For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business”. Filadélfia, Pensilvânia: Wharton Digital Press. 2012.
- [10] M. Fardo, “A Gamificação Aplicada em Ambientes de Aprendizagem”. Renote - Novas Tecnologias na Educação. 11, 2013. ISSN 1679-1916.
- [11] P. Valle, E. Barbosa e J. Maldonado, “Um Mapeamento Sistemático Sobre Ensino de Teste de Software”. Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação CBIE-LACLO 2015. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2015.7171.
- [12] R. Santos, P. Santos, C. Werner e G. Travassos, “Utilizando Experimentação para Apoiar a Pesquisa em Educação em Engenharia de Software no Brasil”. In: I Fórum de Educação em Engenharia de Software. 2008. DOI: 10.13140/2.1.2946.4002.
- [13] SWEBOK V3.0: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge”. IEEE, Computer Society. 2014.
- [14] T. Ribeiro e A. Paiva, “iLearnTest - Jogo Educativo para Aprendizagem de Teste de Software”. Atas da 10ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Informática (CISTI’2015). Universidade do Porto. 2015.