

Promovendo a Aprendizagem de Engenharia de Requisitos de Software Através de um Jogo Educativo

Marcello Thiry¹, Alessandra Zoucas¹, Rafael Queiroz Gonçalves¹

¹LQPS – Laboratório de Qualidade e Produtividade de Software/CTTMAR–
Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)
Rod. SC 407, Km 04 - 88122-000– São José – SC – Brazil

{marcello.thiry, alessandra.zoucas}@gmail.com, rafael.q.g@hotmail.com

Abstract. *Researchers point out the source of the main failure causes in software projects development has been the inadequate implementation of the requirements engineering process. This situation occurs because part of the workforce has little or no experience to perform the requirements analyst role. This paper introduces an educational digital game, which uses playful aspects and challenges to promote a more natural learning process of requirements engineering. The game learning effectiveness was evaluated with an experiment involving more than 30 computer science students.*

Resumo. *Pesquisadores apontam que a origem das principais causas de falhas em projetos de desenvolvimento de software tem sido a execução inadequada do processo de Engenharia de Requisitos. Isto ocorre porque parte da mão de obra que entra no mercado de trabalho tem pouca ou nenhuma experiência para exercer a função de analista de requisitos. Este artigo apresenta um jogo educativo, desenvolvido em meio digital, que faz uso de aspectos lúdicos e de desafios para promover uma aprendizagem mais natural do processo de Engenharia de Requisitos. A avaliação da eficácia do jogo para o ensino foi realizada através de um experimento envolvendo mais de 30 alunos.*

1. Introdução

A elicitação de requisitos é considerada por alguns autores como a parte mais crítica no desenvolvimento software, pois a qualidade do produto final depende fortemente da qualidade dos requisitos elicitados [Ferguson e Lami 2006]. Pesquisas apontam que 85% dos problemas de software, tem origem na atividade de elicitação de requisitos [Fernandes; Machado e Seidman 2009]. Portanto, para evitar fracassos em projetos de desenvolvimento de software, é fundamental que hajam profissionais treinados no processo de Engenharia de Requisitos e que sejam capazes de realizar a elicitação de requisitos com qualidade [Fernandes; Machado e Seidman 2009].

O ensino nas universidades parece não ser suficiente para criar a competência necessária na execução deste processo. Uma possível causa é a estratégia de ensino adotada que, usualmente, é voltada para a teoria e raramente envolve os estudantes em projetos reais [Romero; Vizcaíno; Piattini 2008]. Outra causa possível é a própria maturidade dos estudantes, que podem ainda não estar trabalhando com projetos que demonstrem as reais dificuldades enfrentadas no desenvolvimento de software nas empresas. Neste contexto, o estudante pode não perceber a importância de executar adequadamente o processo de Engenharia de Requisitos. As causas aqui apresentadas

sugerem que os alunos, depois que deixam a universidade, normalmente não estejam preparados para executar as atividades referentes à Engenharia de Requisitos no ambiente empresarial [Sommerville e Kotonya 1998].

Pesquisas na área de treinamento e educação sugerem o uso de jogos no ensino, pois estes podem engajar o estudante, reforçando conceitos através da prática, e aprofundando os conhecimentos [El-shamy 2008]. A utilidade dos jogos no ensino está altamente acoplada à sua capacidade de entreter os estudantes, expressar as atividades da Engenharia de Requisitos do mundo real, e de serem simples de entender e de jogar [Alexander e Beatty 2008]. O envolvimento emocional de um estudante aumenta conforme o entretenimento, e assim ocorre a variação de estímulos, o que ajuda o estudante a reter novos conhecimentos, e para isto as aulas palestradas não são suficientes [Millbower 2003, apud Alexander e Beatty 2008].

Neste trabalho foi desenvolvido um jogo educativo em meio digital que faz uso de aspectos lúdicos, desafios, dicas e rápido *feedback* ao jogador, que tem como objetivo contribuir para a compreensão das atividades do processo de Engenharia de Requisitos de uma forma natural por graduandos em Ciência da Computação. A avaliação da eficácia do jogo para o ensino foi realizada através de um experimento envolvendo mais de 30 alunos que forneceram dados para a avaliação do jogo tanto de forma quantitativa quanto qualitativa.

Este artigo está organizado em seis seções: a seção 2 apresenta um panorama atual da Engenharia de Requisitos em cursos de graduação; a seção 3 descreve a seleção e a análise de alguns trabalhos correlatos; a seção 4 mostra as características do jogo educativo desenvolvido; na seção 5 é discutido o planejamento e apresenta os resultados da aplicação do experimento com 31 alunos e, finalmente, a última seção apresenta considerações sobre o trabalho desenvolvido e aponta para pesquisas futuras.

2. A Engenharia de Requisitos na Graduação

Para a condução desta pesquisa, foi realizado um estudo sobre o conteúdo programático encontrado no plano de ensino das disciplinas de Engenharia de Software de algumas universidades brasileiras. Neste contexto, foram selecionadas dez universidades, priorizando as universidades com melhor colocação no ENADE¹ 2008, e também as universidades do Estado de Santa Catarina.

A Tabela 1 apresenta, para cada universidade selecionada, os conteúdos sobre Engenharia de Requisitos abordados em seus planos de ensino. Torna-se importante ressaltar que os conteúdos analisados foram obtidos exclusivamente a partir dos planos de ensino do site de cada universidade. Deste modo, um conteúdo que não estiver assinalado para uma determinada universidade não significa que, necessariamente, esta universidade não ensina aquele conteúdo em alguma disciplina. Indica apenas que o conteúdo em questão não está explícito no plano de ensino pesquisado. O objetivo deste estudo foi verificar a distribuição dos tópicos sobre Engenharia de Requisitos que são abordados nas universidades para avaliar a possível contribuição dos tópicos abordados no jogo educativo proposto.

¹ Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

Tabela 1 - Universidades vs. conteúdo abordado em Engenharia de Requisito.

Universidade	Tópico da Engenharia de Requisitos				
	Especificação	Classificação	Processo	Verificação e Validação	Gerência
UFRGS	X				
UNESP	X				
UFMS	X				
UFG	X	X	X	X	
UFSC	X	X	X	X	X
UFSM	X				
UFES	X	X		X	
UDESC	X				
UNIVALI/ ITAJAÍ	X		X		
UNIVALI/ SÃO JOSÉ	X	X	X	X	X

É possível perceber que os planos de ensino de algumas universidades não explicitam (ou não disponibilizam) todos os conteúdos da disciplina de Engenharia de Requisitos nos cursos de graduação em Ciência da Computação. Isto pode reforçar um dos motivos para que estudantes concluintes tenham dificuldades na aplicação de conceitos relacionados com requisitos.

Uma vez que o objetivo do jogo educativo proposto é auxiliar no ensino de Engenharia de Requisitos, espera-se que ele possa contribuir para complementar os conteúdos faltantes na grade curricular de algumas universidades ou até mesmo, reforçar o ensino daquelas que já exploram a disciplina em mais detalhes.

3. Trabalhos Relacionados

A seleção dos jogos foi realizada através da busca de artigos científicos que abordassem jogos educativos, preferencialmente focados no ensino de Engenharia de Requisitos. Para encontrá-los foram utilizadas ferramentas de busca, como o IEEE Explorer, e utilizadas combinações das seguintes sentenças: *Requirements Engineering; Game; Educational game; Teaching; e Game for teaching*. Desta forma, foram selecionados os seguintes jogos: **RE-O-Poly** [Smith e Gotel 2008]; **Software Quantum** [Knauss; Schneider e Stapel 2008]; **“Guess what we want”** [Alexander e Betty 2008] e **SimSE** [Navarro e Hoek 2009].

O jogo de perguntas sobre Engenharia de Requisitos **RE-O-Poly** [Smith e Gotel 2008] tem como objetivo ensinar os conhecimentos básicos sobre as boas práticas de Engenharia de Requisitos para organizações que desenvolvem software. É um jogo de tabuleiro, onde este é dividido em quatro partes, que simbolizam quatro fases do processo de Engenharia de Requisitos. Portanto, uma rodada através do tabuleiro representa uma passagem pelo processo de Engenharia de Requisitos. O jogo de simulação **Software Quantum** [Knauss; Schneider e Stapel 2008] foi desenvolvido para conscientizar os estudantes da importância da Engenharia de Requisitos, mostrando que quando as etapas do processo de Engenharia de Requisitos não são realizadas corretamente, dificilmente o resultado final do projeto irá atender as expectativas do cliente. No final do jogo, o resultado que o jogador produziu é apresentado ao cliente, e existem dois tipos de resultados: sucesso ou fracasso. Em seguida é apresentado o produto desenvolvido ao lado do que foi solicitado pelo cliente, possibilitando a análise de o quão distante o jogador ficou do resultado esperado. Já o jogo **“Guess what we want”** [Alexander e Betty 2008] tem o objetivo de ensinar a importância de ter os

requisitos detalhadamente definidos. É um jogo não digital, onde os estudantes são divididos em grupos e um instrutor fornece uma lista de requisitos que é comum a todos os grupos. Cada um dos grupos deve apresentar uma solução para o cliente utilizando os requisitos recebidos. A cada rodada o instrutor fornece o mesmo conjunto de requisitos, um pouco mais detalhados, e os grupos discutem as diferenças entre suas soluções. No final do jogo, as soluções tornam-se semelhantes, mostrando que se o engenheiro de requisitos fizer um bom trabalho, o sistema entregue provavelmente atenderá as expectativas do cliente. O jogo **SimSE** [Navarro e Hoek 2009] é um jogo educativo de simulação que tem como objetivo complementar a formação dos estudantes em Engenharia de Software. O SimSE proporciona aos estudantes uma experiência virtual, onde eles têm a oportunidade de participar no processo de engenharia de software. O jogador assume o papel de gerente de projetos, e durante o jogo delega tarefas aos membros da equipe, adquire ferramentas e também monitora o processo. O jogador recebe *feedbacks* e pode utilizar estas informações para tomar decisões, executando ações que influenciam ou não no resultado do projeto. Ao final do jogo o jogador recebe o resultado de quantos pontos conseguiu fazer, e este resultado indica qual foi o desempenho do jogador.

Os jogos educativos selecionados foram analisados através de oito critérios: (1) Possui design instrucional [Romiszowski e Romiszowski 2005]: verificar se o jogo possui os objetivos de aprendizagem definidos; (2) Teoria do aprendizado [Greeno, Collins e Resnick 1996]: verificar quais teorias do aprendizado o jogo aplica (Comportamentalismo, Cognitivismo, ou Construtivismo); (3) Nível da taxonomia de Bloom [Bloom 1956]: classificar o jogo em relação ao nível com maior ocorrência; (4) Gênero do jogo [Herz 1997] e [Dempsey et al 1993]: classificar o jogo de acordo com o seu gênero (Aventura, Luta, Puzzle, etc.); (5) Tipos de conteúdo [Prensky 2007]: classificar o jogo em um ou mais tipos de conteúdos (habilidades, julgamento, etc.); (6) *Feedback* de desempenho: verificar se o jogo fornece *feedback* em relação ao desempenho do aluno; (7) Avaliação formal: demonstra se houve a aplicação de um experimento para avaliar a efetividade da aprendizagem do jogo; (8) Plataforma: onde deve-se classificar o jogo como (não digital, *web*, *desktop*, *mobile* ou *console*). A Tabela 2 apresenta estes critérios e o resultado da avaliação para cada um dos jogos selecionados.

Tabela 2- Comparação dos jogos selecionados

Crítérios	RE-O-Poly	Software Quantum	Guess what we want	SimSE
Possui design instrucional	Sim	Sim	Não	Sim
Teoria do aprendizado	Cognitivismo	Comportamentalismo	Cognitivismo	Comportamentalismo
Nível da taxonomia de Bloom	Aplicar	Lembrar	Lembrar	Lembrar
Gênero do jogo	Estratégia/Simulação	Simulação	Simulação	Simulação
Tipos de conteúdo	Processos e Teorias	Processos	Teorias	Processos
Feedback de desempenho	Sim	Sim	Não	Sim
Apresenta alguma avaliação formal	Sim	Sim	Não	Sim
Plataforma	Não digital	<i>Web</i>	Não digital	<i>Desktop</i>

Analisando os resultados obtidos para a avaliação do critério “Plataforma”, foi possível concluir que os jogos digitais selecionados utilizam o comportamentalismo como “Teoria do Aprendizado” para ensinar os jogadores. Já os jogos não digitais propõem atividades cognitivas para o aprendizado dos jogadores. Com base nesta observação, foi inferido que os jogos digitais, por terem uma limitação maior em relação à interação com o jogador, utilizam tipicamente mecanismos comportamentalistas para ensinar os jogadores, uma vez que para esta técnica de ensino o conhecimento pode estar concentrado exclusivamente no instrutor, que no caso é o jogo educativo. A maioria dos jogos selecionados apresentam ao jogador um *feedback* de quão bom foi o seu desempenho e foi concluído que esta característica tem o objetivo de incentivar que o jogador jogue novamente para atingir um “*Feedback* de desempenho” cada vez melhor. Outro comportamento observado foi que todos os jogos avaliados ensinam processos ou teorias, o que parece demonstrar que grande parte da literatura sobre ensino de Engenharia de Requisitos está focada no ensino de processos e conceitos. Em relação à avaliação da efetividade do jogo para o ensino, foi observado que esta é uma prática comum entre os jogos observados, pois a maioria dos autores realizou experimentos para avaliar o quanto os jogadores aprendem ao jogar o jogo.

4. Jogo Educativo para Ensino de Engenharia de Requisitos

A estrutura do jogo envolve a concepção da sua estória e de seus personagens, assim como a especificação de regras, desafios, e a definição das maneiras como o jogo irá fornecer o *feedback* ao jogador. O jogo é ambientado em um futuro próximo, quando um Analista de Sistemas chamado “Jack Reqs” está em uma viagem a trabalho e sofre um acidente de avião, indo parar numa ilha isolada que não aparece no mapa. A Figura 1 apresenta a tela principal do jogo, onde aparece Jack e as áreas da ilha onde ele pode ser posicionado para enfrentar os desafios como, por exemplo, o “VULCÃO” ou, como mostrado nesta figura, Jack aparece posicionado na área “AVIÃO”.

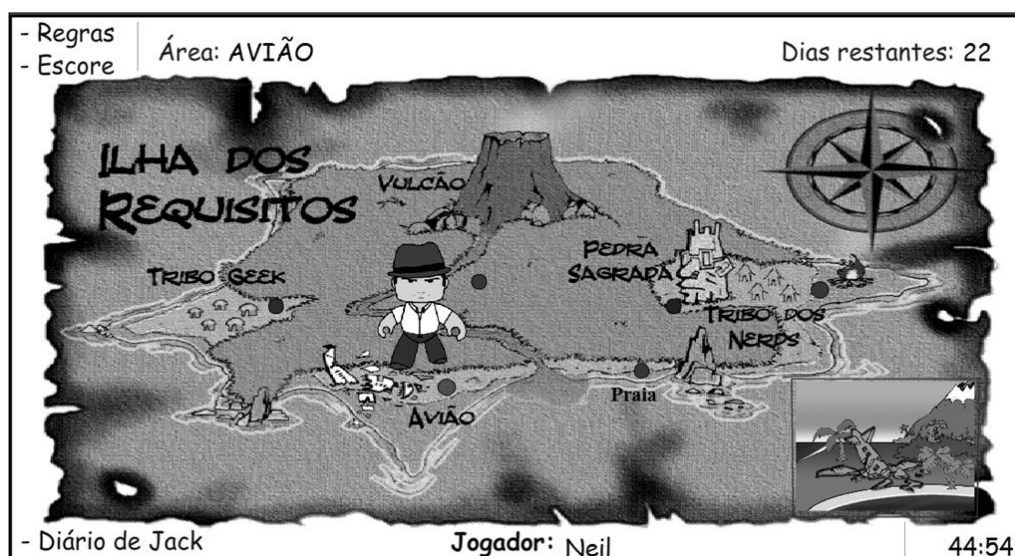


Figura 1. Tela principal (mapa da ilha)

O local é habitado por uma tribo de canibais que se autodenominam “Nerds” e que chamam o local de “Ilha dos Requisitos”. Na sequência, Jack passa a conhecer uma profecia local onde ele é reconhecido pela tribo como sendo um enviado dos deuses e esta profecia, por enquanto, é o que salva o Jack de ser o prato principal dos canibais.

Para Jack esta profecia pode representar uma saída da ilha e a volta para casa. Assim, ele se dispõe a seguir a profecia e ajudar a Tribo dos Nerds. Os Nerds precisam sempre que seu chefe UbaapNerd defina claramente o que cada membro da tribo deve fazer. Se as especificações não forem adequadas, tudo vira uma grande confusão e nada do que era para ser feito acontece. O problema é que o chefe UbaapNerd está doente, deixando toda a responsabilidade para Jack. Assim, Jack percebe que suas habilidades como Analista de Requisitos poderão vir a calhar.

O objetivo do jogo é ajudar o personagem Jack a sair da “Ilha dos Requisitos” juntamente com a tribo dos Nerds, antes que um vulcão entre em erupção. Para alcançar este objetivo, inicialmente são apresentadas as regras do jogo como sua duração, aspectos que causam penalidades ou geram bonus. Além disso, o jogador recebe *feedback* imediato para cada uma de suas ações como, por exemplo: (1) **dicas** para lembrar o jogador de algum conceito necessário para conseguir acertar um determinado desafio e (2) **resultados** apresentados ao final de cada desafio, indicando se o jogador passou no desafio.

Um dos diferenciais do jogo proposto em relação aos trabalhos correlatos é que este procura envolver o jogador em situações lúdicas, análogas às situações onde poderiam ser adotadas práticas relacionadas com a teoria de Engenharia de Requisitos. Neste contexto, o jogo apresenta sete desafios como, por exemplo, o desafio onde o jogador deve distinguir o problema de possíveis soluções. A instrução deste desafio é que o jogador selecione entre as onze frases apresentadas, quais que representam o problema de Jack. Como exemplo de frases tem-se: (1) o vulcão irá explodir a ilha; (2) precisamos sair da ilha. A Figura 2 apresenta a interface deste desafio.

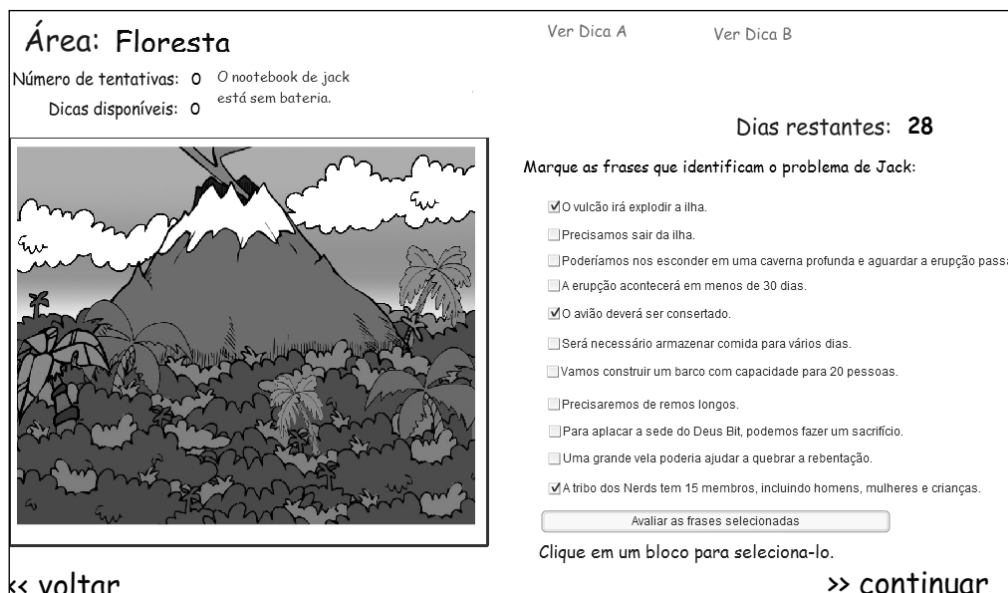


Figura 2. Interface do terceiro desafio apresentado no jogo

4.1 Classificação do Jogo

O jogo está classificado nos gêneros de “Aventura” e “Estratégia”, pois os jogos de aventura comumente apresentam ao jogador um mundo novo e inexplorado onde são apresentados desafios que devem ser resolvidos com objetos coletados durante o jogo, e os jogos de estratégia de maneira geral permitem que o jogador solicite algo que será

construído, se abstraindo dos detalhes. A classificação do jogo quanto ao gênero “Aventura”, se deve ao fato da “Ilha dos Requisitos” ser um lugar desconhecido, e o avanço no jogo ocorrer através da resolução de desafios, onde a resolução de cada desafio produzirá um artefato que servirá de entrada para a realização de outros desafios. Já o gênero “Estratégia” é justificado para classificação do jogo, pois durante o jogo o jogador deve especificar os requisitos para construir uma determinada solução.

A interação entre jogador e jogo é através de um navegador *web*. O jogo reagirá aos comandos executados pelo jogador através de mudança do comportamento da tela ou através dos feedbacks. Visando aumentar a acessibilidade ao jogo, foi escolhido entre tecnologias portáteis em navegadores *web*, o que melhor se adequaria as necessidades de jogabilidade do jogo proposto. Portanto, foi selecionada a plataforma *Flash Player* para desenvolver o jogo “A Ilha dos Requisitos”, pois esta tecnologia além de ser portátil em diversos navegadores *web* proporciona recursos para desenvolver os mecanismos de interação entre o jogador e o jogo.

4.2 Design instrucional do jogo

O foco deste jogo educativo é o ensino de tópicos da Engenharia de Requisitos através da solução de desafios em um ambiente lúdico e digital. Os tópicos da disciplina Engenharia de Requisitos que o jogo aborda se limitam aos tópicos ensinados em um curso de graduação em Ciência da Computação, definidos de acordo com o estudo descrito na Seção 2 deste artigo.

A Tabela 3 apresenta uma associação dos tópicos de que o jogo reforça o aprendizado, a qual nível da taxonomia de Bloom [Bloom 1956] cada tópico esta associado e o desafio (1 a 7) que será responsável pelo ensino do conteúdo.

Tabela 3 - Design Instrucional vs. Taxonomia de Bloom vs. Desafio relacionado

Tópico da Engenharia de Requisitos	Nível na Taxonomia de Bloom	Desafio relacionado	Breve descrição do desafio
Processo de Engenharia de Requisitos	Lembrar	1	Ordenar as fases do processo de Engenharia de Requisitos.
Validação dos requisitos	Lembrar	5	Levar os requisitos ao “cliente” para que estes sejam validados antes do inicio da execução do projeto.
Papel do analista de requisitos	Lembrar	2	Identificar as habilidades do analista de requisitos.
Análise do problema	Lembrar	3	Distinguir o problema de possíveis soluções.
Especificação dos requisitos	Entender	4	Classificar requisitos apresentados como funcionais ou não funcionais
Classificação dos requisitos	Entender	4	Classificar requisitos apresentados como funcionais ou não funcionais.
Gerência dos requisitos	Lembrar	6 e 7	Ordenar o processo de mudança dos requisitos; Identificar as atividades que compõe a gerencia de requisitos.

Para ensinar os tópicos apresentados no design instrucional, são utilizadas técnicas comportamentalistas, pois através da avaliação dos jogos de ensino realizada na Seção 3, foi concluído que para jogos digitais, as técnicas comportamentalistas são mais fáceis de serem aplicadas, devido à limitação de interatividade entre o jogador e a máquina

5. Avaliação do Jogo Educativo para Ensino de Engenharia de Requisitos

Para avaliar o jogo foi aplicado o *framework* de avaliação desenvolvido especificamente para estudos empíricos sobre os efeitos de aprendizagem pelo uso de jogos educacionais na área de Engenharia de Software [Kochanski 2009]. Considerando que a quantidade de alunos que participaram do experimento não foi suficiente para realizar um teste paramétrico, foi selecionado o teste de hipótese não paramétrico de Mann-Whitney. Foram comparados os resultados (quantidade de acertos) coletados no pré-teste e pós-teste realizados por cada grupo: experimental (jogaram o jogo) e controle (realizaram uma tarefa não relacionada com requisitos). Desta forma, foram definidas as hipóteses de pesquisa (**H0**): O efeito de aprendizagem nos níveis de conhecimento e compreensão do grupo experimental não são superiores aos do grupo de controle e (**H1**): O efeito de aprendizagem nos níveis de conhecimento e compreensão do grupo experimental são superiores aos do grupo de controle. A estratégia de pesquisa qualitativa também foi planejada para ser utilizada através da aplicação de um questionário para obtenção de informações relativas ao perfil dos participantes e visando obter evidências para a hipótese de pesquisa (**H2**): O jogo educacional “A Ilha dos Requisitos” torna o processo de aprendizagem mais atrativo.

Para participar do experimento os estudantes deveriam estar matriculados em um curso na área de Computação e que estivessem cursando ou que tivessem cursado a disciplina de Engenharia de Software ou equivalente. O experimento foi realizado *in-vivo*, em junho de 2010 com 31 alunos no local onde o ensino de Engenharia de Requisitos acontece. Na primeira parte do estudo todos os participantes realizaram um pré-teste. Na segunda parte, os participantes foram divididos, com base em sorteio, em grupo experimental (com 16 estudantes) e grupo de controle (com 15 estudantes). O grupo experimental jogou “A Ilha dos Requisitos” e os participantes do grupo de controle receberam um placebo, ou seja, jogaram um jogo diferente. Esta técnica é denominada unicego, pois apenas os participantes não sabem detalhes sobre o tratamento que estão recebendo [Reis, Ciconelli e Faloppa 2002].

5.1 Apresentação dos resultados

Depois da aplicação do jogo e dos testes, os dados coletados foram utilizados no teste de hipótese não paramétrico de Mann-Whitney. Inicialmente, foi avaliada a média dos 31 alunos que participaram da avaliação tanto no pré-teste quanto no pós-teste. A média da turma no pré-teste foi de 3,87 e no pós-teste de 4,19.

Considerando apenas os 15 alunos que participaram do grupo de controle, a média deste grupo no pré-teste foi de 4,46, enquanto no pós-teste a média do grupo foi de 3,80. Isso mostra que os alunos do grupo de controle tiveram um desempenho pior no segundo teste. O desvio padrão das notas do grupo de controle foi similar tanto no pré (1,88) quanto no pós-teste (2,00).

Na sequência, foi considerando o desempenho dos 16 alunos do grupo experimental. A média no pré-teste foi 3,31 e 4,56 no pós-teste. A partir de uma análise inicial das médias, foi possível perceber uma melhora acentuada entre o pré-teste e o pós-teste. Assim, como no grupo de controle, o desvio padrão das notas do grupo experimental não variou muito entre os dois testes. No pré-teste o desvio foi 1,99 e no pós-teste foi 1,86. A análise destas medidas demonstra uma tendência de aprendizado

para os alunos que jogaram o jogo. Entretanto, o objetivo do experimento foi estabelecer uma confiança estatística.

Neste sentido, foi realizado o teste de hipóteses para verificar se o jogo “A Ilha dos Requisitos” contribui para o ensino de Engenharia de Requisitos nos níveis de entendimento e compreensão. Após a aplicação do teste de hipóteses, foi possível rejeitar a hipótese H_0 com 95% de confiança. Desta forma, pode-se afirmar que o efeito de aprendizagem nos níveis de conhecimento e compreensão do grupo experimental foram superiores aos do grupo de controle.

Com relação à avaliação qualitativa do jogo, as principais observações foram que a maioria dos alunos gostou de jogar o jogo e ficaram motivados para a atividade. Os alunos também consideraram o jogo relevante para o aprendizado. Entretanto, a maioria dos alunos considerou o jogo com um grau de dificuldade elevado e acreditam que o jogo poderia fornecer mais informações sobre o tema.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho desenvolveu um jogo educativo para apoiar o ensino de Engenharia de Requisitos em cursos na área da Computação. A avaliação foi realizada por meio de um experimento envolvendo 31 alunos. Foi possível executar duas avaliações em relação ao jogo, uma quantitativa e outra qualitativa. A avaliação quantitativa utilizou um teste de hipóteses e o resultado confirmou que o jogo “A Ilha dos Requisitos” pode ser efetivo para ensinar Engenharia de Requisitos nos níveis de entendimento e compreensão. Entretanto, este resultado não pode ser generalizado, uma vez que o número de alunos participantes não foi significativo e o experimento foi realizado apenas no contexto de uma instituição. Assim, é relevante aplicar novamente este experimento em outros grupos e instituições para aumentar a confiança na efetividade de aprendizagem do jogo. O teste qualitativo foi obtido através dos questionários respondidos pelos alunos que jogaram o jogo. Foi possível inferir que a maioria dos alunos ficou motivada e gostou de jogar o jogo, considerando-o relevante para o aprendizado. Como resultado da avaliação qualitativa também foram identificadas melhorias para versões futuras do jogo. Em relação ao experimento, um ponto fraco identificado foi que grupo de controle não teve uma atividade interessante para realizar entre um teste e outro, talvez causando desmotivação e podendo levar a um pós-teste de baixo desempenho.

O jogo produzido pode ser utilizado por qualquer estudante que deseje reforçar os conceitos da disciplina de Engenharia de Requisitos ou aprofundá-los, sendo um diferencial, seu aspecto lúdico com desafios distintos. Um cenário fictício e bem contextualizado foi utilizado para tornar o jogo mais atrativo, criando um ambiente motivador para a execução de atividades realacionadas com Engenharia de Requisitos. Embora existam pontos de melhoria como inserir aspectos mais dinâmicos (animações) e oferecer maior variação nos desafios, a versão atual do jogo já permitiu concluir que jogos podem ser um instrumento relevante para o ensino.

7. Referências

- Alexander, M.; Beatty, J. (2008) “Effective Design and Use of Requirements Engineering Training Games”. In: Requirements Engineering Education and Training, REET '08 - Barcelona, Setembro.
- Bloom, B. (1956) “Taxonomy of Educational Objectives”. Allyn and Bacon, Boston.

- Dempsey, J.; Gilley, B.; Rasmussen, W. (1993) "Since Malone's theory of intrinsically motivating instruction: What's the score in the gaming literature?" *Journal of Educational Technology Systems*, v22 n2 p173-83 ISSN-0047-2395.
- El-shamy, S. (2001) "Training Games: Everything You need to Know About Using Games to Reinforce Learning". Stylus Publishing, Sterling, Virginia.
- Ferguson, R.; Lami, G. (2006) "An Empirical Study on The Relationship Between Defective Requirements and Test Failures". ISBN: 0-7695-2624-1 In. *Software Engineering Workshop*, v0 p7-10 IEEE Computer Society, april.
- Fernandes, M.; Machado, R.; Seidman, S. (2009) "A Requirements Engineering and Management Training Course for Software Development Professionals". 22th Conference on Software Engineering Education and Training.
- Greeno, J.; Collins, A.; Resnick, L. (1996) "Cognition and learning". Macmillan, NY.
- Herz, J. (1997) "Joystick Nation: how videogames ate our quarters, won our hearts, and rewired our minds". Little, Brown & Co. Inc. Boston, MA, USA.
- Knauss, E.; Schneider, K.; Stapel, K. (2008) "A Game for Taking Requirements Engineering More Seriously". Third International Workshop on Multimedia and Enjoyable Requirements Engineering (MERE 08), Spain, Barcelona.
- Kochanski, Djone (2009) "Um framework para apoiar a construção de experimentos na avaliação empírica de jogos educacionais". Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Itajaí como requisito para a obtenção do título de Mestre em computação. São José, Brasil.
- Millbower, L. (2003) "Show Biz Training: Fun and Effective Business Training Techniques from the Worlds of Stage, Screen, and Song". AMACOM/American Management Association, New York, NY.
- Navarro, E.; Hoek, A. (2009) "Multi-Site Evaluation of SimSE". Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education p326-330 Chattanooga, TN, USA, March.
- Prensky, M. (2007) "Digital game-based learning. Paragon House", Minnesota, USA.
- Reis, F. B.; Ciconelli, R. M.; Faloppa, F. (2001) "Pesquisa Científica: a importância da metodologia". *Revista Brasileira de Ortopedia*. Vol. 37, Nro 3.
- Romero, M.; Vizcaíno, A.; Piattini M. (2008) "A Simulator for Education and Training in Global Requirements Engineering: a Work in Progress". Proceedings of the Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies p123-125.
- Romiszowski, A.; Romiszowski, L. (2005) "Retrospectiva e Perspectivas do Design Instrucional e Educação a Distância: análise da literatura". *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*.
- Smith, R.; Gotel O. (2008) "RE-O-Poly: A Customizable Game to Introduce and Reinforce Requirements Engineering Good Practices". Department of Computer Science, Pace University, New York.
- Sommerville, I.; Kotonya, G. (1998) "Requirements Engineering: Processes and Techniques" Wiley, December.