

TestEG - A Computational Game for Teaching of Software Testing

Bruno Oliveira

Department of Computer Science
Federal University of Lavras
Lavras, Brazil
brunocesar@computacao.ufla.br

Paulo Afonso Junior

Department of Computer Science
Federal University of Lavras
Lavras, Brazil
pauloa.junior@dcc.ufla.br

Heitor Costa

Department of Computer Science
Federal University of Lavras
Lavras, Brazil
heitor@dcc.ufla.br

Abstract — Teaching-learning process in software engineering has undergone questioning. One challenge in teaching software engineering is to fulfill the need to use teaching methods that will make this process more effective. This paper presents a computational educational game for software testing - TestEG (Test Educational Game) for theoretical and practical comprehension in this area. For evaluating TestEG in this process, we evaluated using a questionnaire to verify acceptance, playability, and enjoyment. The results showed indications that TestEG meets requirements of educational software and it is an effective tool in supporting to the teaching-learning process in software testing.

Keywords — Educational Game; Teaching-Learning Process;

I. INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem em Engenharia de Software tem passado por questionamentos [11]. Em geral, o treinamento tradicional para capacitação de gerentes de projetos de software nas universidades e em cursos de formação específica é realizado por meio de aulas expositivas, centradas no professor [19]. Quando expostos às situações encontradas na indústria, os recém-formados deparam-se com cenários nos quais técnicas e métodos aprendidos são pouco aplicados [18].

Um dos desafios enfrentados no ensino de Engenharia de Software é suprir a necessidade de utilizar métodos de ensino que tornem o processo de ensino-aprendizagem mais efetivo [20], sendo uma alternativa a utilização de jogos educativos [2]. Apesar de esforços em pesquisas e em desenvolvimento desses jogos, sua utilização para o ensino em Engenharia de Software ainda não é um recurso comum no ambiente acadêmico. Esses jogos são desenvolvidos para terem fundamentos educacionais e elementos pertinentes, tais como, contexto, objetivos, regras, *feedback*, competição e interação.

Neste trabalho, o objetivo é apresentar um jogo educacional computacional, cuja finalidade é auxiliar professores/instrutores e alunos no processo de ensino-aprendizagem em assuntos pertinentes a teste de software. Para isso, o aluno (jogador) é imerso em um ambiente empresarial simulado, no qual tarefas são providas durante o jogo e, quando executadas, podem agregar conhecimento aos alunos. Assim, espera-se que o aluno apreenda os conceitos abordados de maneira lúdica.

Este trabalho está organizado da seguinte forma. Alguns trabalhos relacionados são brevemente descritos na Seção II. Uso de jogos na educação é apresentada na Seção III. Funcionamento e dinâmica do jogo são descritos na Seção IV. Discussão da avaliação é feita na Seção V. Considerações finais estão na Seção VI.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Planeger [13] apoia o ensino de conceitos de gerência de projetos, simulando processos utilizados na gerência de escopo e de tempo. Cenários do jogo são representações de projetos e compostos por uma descrição e cinco fases utilizadas pelos gerentes de projetos para planejar o escopo e o tempo de um projeto. O jogador deve utilizar as informações contidas em fases anteriores para resolver corretamente as fases seguintes. No X-Med [27], o objetivo é exercitar a aplicação de medição de software para a gerência de projetos. O público alvo é alunos de pós-graduação em cursos de Computação e profissionais de Engenharia de Software. O jogo é utilizado para complementar as aulas tradicionais ou de cursos de *e-learning*, provendo ambiente para exercitar os conceitos apresentados. O jogador assume papel de analista de software e de medição.

SE•RPG [4] simula o ambiente de desenvolvimento de software utilizando um cenário de uma empresa de desenvolvimento com diversas personagens com as quais o jogador interage. Ao iniciar o jogo, é apresentada breve descrição do projeto selecionado contendo o orçamento e o prazo para o seu desenvolvimento. Com essa descrição, o jogador define a linguagem de programação e o modelo de processo para o desenvolvimento (ele tem duas opções: Cascata e Iterativo). O jogador inicia o desenvolvimento do software, atribuindo tarefas para a sua equipe de maneira sequencial, a partir da elicitação de requisitos, e controla o desenvolvimento do projeto, acompanhando o tempo gasto e o orçamento restante. Durante o desenvolvimento, o jogador pode contratar/demitir funcionários, sendo possível verificar o progresso das etapas e a produtividade dos funcionários. Ao final da implementação, o projeto é finalizado e o software é entregue ao cliente. Breve comentário é apresentado sobre as metas do jogador e os resultados obtidos, com pontuação determinada pelas metas de prazo, custo e escopo.

No SESAM (*Software Engineering Simulation by Animated Models*) [22] [7] [8], o projeto e o seu ambiente são simulados. O jogador pode contratar/demitir funcionários e pedir-lhes para realizar uma tarefa para o desenvolvimento de sistemas de software. Quando o jogo acaba, o jogador recebe sua pontuação e pode analisar seu desempenho utilizando uma ferramenta de análise disponível no jogo. MO-SEProcess [23] é um jogo desenvolvido no Second Life para múltiplos jogadores *on-line*. Os jogadores colaboram para desenvolver um sistema de software, formando uma equipe. Nesse jogo, seis funções são fornecidas e os jogadores podem escolher qualquer papel para desempenhar, mas apenas pode ser encarregado da função escolhida. O jogador pode interagir com outros jogadores utilizando vários meios de comunicação previsto no Second Life. A pontuação da equipe é dada no final do jogo, considerando o tempo de entrega do produto, o trabalho realizado e a colaboração entre os jogadores.

Nesses trabalhos, o foco não é o assunto de teste de software. Outra questão importante não abordada é a participação do professor/instrutor que pode direcionar o processo de ensino-aprendizagem do aluno, focando em tópicos de teste de software “falhos” na formação do aluno. A construção de um jogo para apoiar o processo de ensino-aprendizagem em teste de software pode contribuir para a sedimentação de conceitos pertinentes ao tema, de maneira que os alunos possam colocar em prática, o conteúdo teórico aprendido em sala. Assim, o jogo apresentado neste trabalho possui o diferencial de construir um jogo computacional educacional (TestEG) envolvendo Teste de Software com participação do professor/instrutor para “direcionar” o processo de ensino-aprendizagem do aluno.

III. USO DE JOGOS NA EDUCAÇÃO

Ao longo dos anos, a maneira de como jogar um jogo modificou-se. De certa forma, os jogos acompanham a modernidade, utilizando recursos disponíveis ao seu tempo. Os jogos podem servir como ferramentas educativas, têm o poder de divertir, proporcionam prazer ao mesmo tempo em que ensinam, aumentam o poder de absorção da informação e exercitam de maneira eficiente funções intelectuais do jogador [24]. Sob essas perspectivas, jogos educacionais aceleram o aprendizado, contribuindo para um despertar maior do aluno em prol do conhecimento e melhorando seu vínculo afetivo com a aprendizagem [3].

Existem diferentes tipos de jogos classificados de acordo com seus objetivos, por exemplo, jogos de ação, de aventura, lógicos, estratégicos, esportivos e *role-playing games* (RPG). Alguns deles podem ser utilizados com propósitos educacionais [24], sendo que há vários formatos, tais como, cartas, tabuleiros e os computacionais.

A. Importância

Houve evolução dos jogos com relação aos estímulos dos aspectos cognitivos, o aluno tem vários sentidos estimulados durante o desenrolar de um jogo. A realidade dos jogos não pertence apenas à realidade infantil, mas ganhou conotação e aspectos educativos, sendo aproveitado nos vários níveis de ensino [12]. Com o surgimento de novas práticas de ensino

aliadas ao crescente desenvolvimento tecnológico, foram introduzidos jogos educacionais nas escolas para apoiar professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem [16].

Jogar permite aos alunos entenderem as regras, terem-nas bem definidas e fazerem com que identifiquem em quais contextos elas devem ser aplicadas, modificando-as quando houver novos contextos. Durante o jogo, fatores como autonomia, criatividade, situações adversas e poder criativo são revelados [24]. A inserção de jogos no contexto do processo de ensino-aprendizagem implica em vantagens (Table I) e desvantagens (Table II) [10], por exemplo, o jogo requer a participação ativa do aluno na construção do seu conhecimento, o uso de jogos como fator de motivacional aos alunos (duas vantagens), a constante interferência do professor faz com que o jogo perca a “ludicidade” e a coerção do professor, exigindo que o aluno jogue (duas desvantagens).

TABLE I. VANTAGENS

Vantagens
Fixar conceitos aprendidos de forma motivadora ao aluno.
Introduzir e desenvolver conceitos de difícil compreensão.
Desenvolver estratégias de resolução de problemas (desafio dos jogos).
Capacitar em tomar decisões e saber avaliá-las.
Por significado para conceitos aparentemente incompreensíveis.
Propiciar o relacionamento de diferentes disciplinas (interdisciplinaridade).
Requer a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento.
Favorecer a socialização entre alunos e a conscientização do trabalho em equipe.
Utilizar jogos é fator de motivação para os alunos.
Favorecer o desenvolvimento da criatividade, de senso crítico, da participação, da competição sadia, da observação, das várias formas de uso da linguagem e do resgate do prazer em aprender.
Utilizar as atividades com jogos para reforçar/recuperar habilidades de que os alunos necessitem, sendo útil no trabalho com alunos de diferentes níveis.
Permitir ao professor identificar e diagnosticar erros de aprendizagem e de atitudes e dificuldades dos alunos.

TABLE II. DESVANTAGENS

Desvantagens
Dar ao jogo caráter puramente aleatório, tornando-se “apêndice” em sala de aula, quando mal utilizados. Os alunos jogam e sentem-se motivados apenas pelo jogo, sem saber o porquê jogam.
Gastar mais tempo com as atividades de jogo em sala de aula. Se o professor não estiver preparado, pode existir “sacrifício” de outros conteúdos pela falta de tempo.
Ter falsas concepções de que devem ensinar os conceitos utilizando jogos. Em geral, as aulas transformam-se em verdadeiros cassinos, sem sentido algum para o aluno.
Perder a “ludicidade” do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo.
Existir a coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo.
Ter dificuldade de acesso e de disponibilidade de materiais e de recursos sobre a utilização de jogos no ensino que possam vir a subsidiar o trabalho docente.

O aluno tem sua atenção prendida pelo contexto do jogo, caso esse jogo receba estímulos variados. Isso acontece quando um aluno é colocado sob circunstâncias desafiadoras para resolver problemas, fazendo com que ele seja capaz de auto avaliar-se e de medir o seu desempenho [17]. Os jogos

desenvolvem a antecipação e a estratégia e ampliam o raciocínio lógico que podem ser utilizados para desenvolverem habilidades utilizadas na vida real [5]. As pessoas apresentam formas variadas de aprendizado, não havendo necessariamente melhor ou pior maneira. Portanto, resta aos gestores descobrirem alternativas que colaborem para o desenvolvimento das competências dos alunos e levem-nos a conhecimento de seus estados cognitivo [17].

B. Tipos de Jogos

Os jogos educacionais caracterizam-se como ferramentas importantes nas formas de ensino atual, a possibilidade de interação e de integração maior é um estímulo para a criatividade e a consciência de certas dinâmicas [1]. Quanto aos tipos de jogos, tem-se [24]:

- **Ação.** Esses jogos refletem de forma direta no aperfeiçoamento das características psicomotoras, principalmente das crianças. O ganho é com relação à coordenação dos olhos, da mão e dos reflexos. O poder de raciocínio torna-se mais rápido, por causa da velocidade das respostas aos estímulos do jogo. O ideal é o jogo variar entre períodos de estímulos cognitivos mais intensos com períodos de estímulos de maior utilização de habilidades motoras;
- **Aventura.** Esses jogos oferecem mais liberdade ao usuário para descobrir e trabalhar no ambiente. Algumas atividades tornam-se completamente inviáveis em sala de aula, principalmente por questões físicas. Em um ambiente bem modelado, o aluno pode vivenciar e experimentar uma realidade antes impossível;
- **Lógico.** Esses jogos são mais desafiadores, mas não trabalham os reflexos. De certa forma, o desafio e os reflexos acabam integrados, pois temporizadores em jogos de raciocínio instigam o aluno ao desenvolvimento de reflexos mais ágeis;
- **Role-Playing Game (RPG).** Esses jogos permitem ao usuário controlar um personagem com o qual interage com outros personagens. A alteração dos atributos do personagem decorre da ação da escolha feita pelos usuários;
- **Estratégicos.** Esses jogos são voltados ao desenvolvimento de habilidades e de sabedoria dos jogadores, sendo necessário administrar, construir e planejar. Esse tipo de jogo pode proporcionar uma simulação em que o usuário utiliza conhecimentos adquiridos em sala de aula, percebendo uma forma prática de aplicá-los.

Além disso, há variações quanto às formas de implementação desses jogos, podendo utilizar ambiente tradicional (cartas, tabuleiros, ...) ou ambiente computacional.

C. Jogos Computacionais

Sobre a ótica educacional, há discussão da utilização do computador como instrumento no processo de ensino-aprendizagem, havendo questões que precisam ser respondidas. O computador não pode mais ser ignorado pela escola, mas o

desafio é fazer com que esse potencial seja utilizado no processo de educação de forma efetiva e eficiente. O uso da tecnologia em atividades educacionais tem se tornado comum [14]. Para a efetiva implantação dessa utilização, são necessários computador, software educativo, professor capacitado para utilizar o computador como meio educacional e aluno [25].

Na educação, o computador tem sido utilizado para ensinar sobre computação e ensinar qualquer assunto [25]. Um software educacional deve ser avaliado para descobrir se ele atende ou não as necessidades e as propostas de ensino adotadas [9]. Sendo o professor o “condutor” do ensino, cabe a ele escolher o software educacional a ser utilizado e definir quais parâmetros de qualidade devem ser adequados às necessidades dos alunos [9]. Se o professor falha nessa escolha, o processo de ensino-aprendizagem pode ser comprometido. Em um lado, o computador “ensina” o aluno com o software; por outro lado, o aluno “ensina” o computador com o software, o que torna o ensino uma “via de mão dupla”. A utilização de software educacional permite ao aluno aprender com o computador, sendo jogos educacionais e simuladores exemplos que exercem essa função. Deve-se atentar quanto aos reais objetivos na utilização do computador na educação, pois sua introdução na educação não deve ser por causa do modismo ou de estar atualizado com relação às inovações tecnológicas [25].

Os jogos são boas ferramentas para instruir os alunos, a ideia de motivar enquanto diverte é uma combinação perfeita para estimulá-los e aumentar sua capacidade de retenção do que foi ensinado, pois o jogo passa a exercitar mais funções cognitivas e intelectuais [24]. O software educativo não substitui outras fontes de consulta e não supre lacunas que o professor pode deixar. Ele deve ser utilizado como ferramenta complementar no processo de ensino-aprendizagem, mas sua dinâmica provê ao aluno agilidade na busca de informações para o seu aprendizado [15].

IV. TESTEG - TEST EDUCATIONAL GAME

O TestEG é um jogo educacional computacional do tipo RPG, pois o jogador controlar um personagem, porém não interage com outros personagens “reais”. A sua interação é com “avatares” previstos no jogo.

Ao iniciar o jogo, o jogador (aluno), que desempenha o papel de um Gerente de Testes, recebe um orçamento e deve contratar uma equipe de três funcionários para compor o seu time de testadores de software. O cenário do jogo é um ambiente empresarial. No jogo, o Gerente de Testes deve auxiliar a sua equipe solucionando suas dúvidas e dando as informações necessárias para a execução do trabalho, realizar treinamentos dos funcionários, verificar o desempenho deles e ler conteúdos sobre Testes de Software. Quando se realiza um treinamento, um valor é descontado do orçamento, proporcional ao tipo de treinamento escolhido. Esse desconto ocorre a cada dois minutos de jogo (tempo fictício equivalente a um mês de trabalho). Há um *ranking* pelo qual os jogadores podem acompanhar o desempenho de outros jogadores. No total, 10 perguntas devem ser respondidas em 10 minutos, sem esgotar o orçamento. O jogo termina após o jogador responder essas perguntas.

No TestEG, há dois módulos: i) **Módulo Administrador**, permite ao usuário realizar ações de Administrador, realizando manutenção de dados cadastrais de jogadores, de outros administradores e de perguntas; e ii) **Módulo Jogador**, permite ao usuário realizar ações de Jogador, atualizando seus dados, vendo ranking de pontuação, consultando regras do jogo e jogando. O módulo Administrador é acessado pelo

professor/instrutor que fornece informações (tópicos, temas e assuntos, entre outros, relacionados a Teste de Software) a serem disponibilizadas aos jogadores (alunos). Dessa forma, professor/instrutor pode direcionar e acompanhar o desempenho do aluno (jogador). O módulo Jogador é destinado aos alunos (jogadores). A dinâmica do jogo é baseada em regras que conduzem o Jogador a vitória (sucesso) ou a derrota (falha) (Table III).

TABLE III. REGRAS DO TESTEG

#	Regras
1	No decorrer do jogo, serão sorteadas 10 perguntas. Você vence, caso consiga respondê-las no prazo de 10 minutos.
2	O nível de dificuldade é inversamente proporcional ao nível de habilidade dos funcionários. Quanto mais habilidosos forem os funcionários, mais fáceis são as perguntas.
3	Você perde o jogo caso seu o orçamento ou o tempo acabe sem que você tenha respondido as 10 perguntas.
4	A cada 2 minutos, os gastos com funcionários são descontados do orçamento.
5	Quando um funcionário for treinado, ele receberá aumento dos seus níveis de habilidade proporcional ao treinamento executado. Os gastos com funcionários têm seus valores proporcionais aos seus novos valores de habilidade.
6	Cada pergunta tem pontuação correspondente ao seu nível de dificuldade, que varia: i) Perguntas de Nível Fácil: 0-100; ii) Perguntas de Nível Médio: 101-300; e iii) Perguntas de Nível Difícil: 301-500.
7	Para cada resposta certa, os pontos correspondentes à pergunta são somados na pontuação total.
8	Para cada resposta errada, 10% da pontuação referente à pergunta são subtraídos do seu total de pontos.
9	A cada três respostas erradas consecutivas, 20% do valor da última pergunta respondida errada são subtraídos do seu total de pontos.
10	A cada resposta errada, o tempo é acrescido em um minuto.
11	Ao responder uma pergunta certa, o funcionário que teve sua dúvida esclarecida tem suas habilidades aumentadas. O aumento de suas habilidades é proporcional ao nível de dificuldade da pergunta, sendo o aumento de 5% para perguntas fáceis, 8% para perguntas de nível médio e 10% para perguntas difíceis.
12	Ao responder uma pergunta errada, o funcionário que fez a solicitação tem suas habilidades diminuídas. A diminuição de suas habilidades é proporcional ao nível de dificuldade da pergunta, sendo a diminuição de 5% para perguntas fáceis, 8% para perguntas de nível médio e 10% para perguntas difíceis.
13	A pontuação final é dada pela soma de três valores: i) Total de pontos obtidos com respostas certas e erradas; ii) Média final das habilidades dos funcionários, sendo x a porcentagem final da habilidade: a) Se $x \leq 15\%$, soma 300 pontos; b) Se $15\% < x \leq 30\%$ soma 600 pontos; e c) Se $x > 30\%$, soma 1000 pontos; e iii) Valor final do orçamento. Sendo x a porcentagem final do orçamento, com relação ao orçamento inicial: a) Se $x \geq 50\%$, soma 1000 pontos; b) Se $20\% < x < 50\%$, soma 600 pontos; e c) Se $0\% < x \leq 20\%$, soma 300 pontos.

A. Módulo Administrador

O Administrador deve realizar autenticação no jogo, fornecendo login e senha (Fig. 1). Em seguida, é apresentada uma tela (Fig. 2) com as opções: i) Cadastro de Administrador; ii) Cadastro de Usuário; e iii) Cadastro de Perguntas. Em Cadastro de Administrador e em Cadastro de Jogador, ele é

direcionado para uma tela na qual pode escolher: i) Cadastrar; ii) Remover; e iii) Alterar. Em Cadastro de Perguntas (Fig. 3), o Administrador realiza a manutenção do cadastro de perguntas para abranger os variados conceitos sobre o assunto para “medir” o conhecimento do Jogador, assim como transmitir e aperfeiçoar os seus conhecimentos. Após a inclusão da pergunta, o Administrador deve informar as respostas (Fig. 4).



Fig 1. Tela de Autenticação

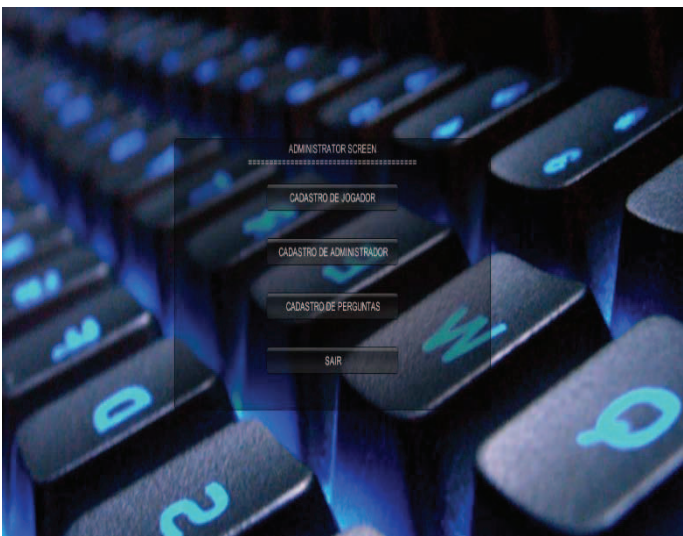


Fig 2. Ações do Administrador

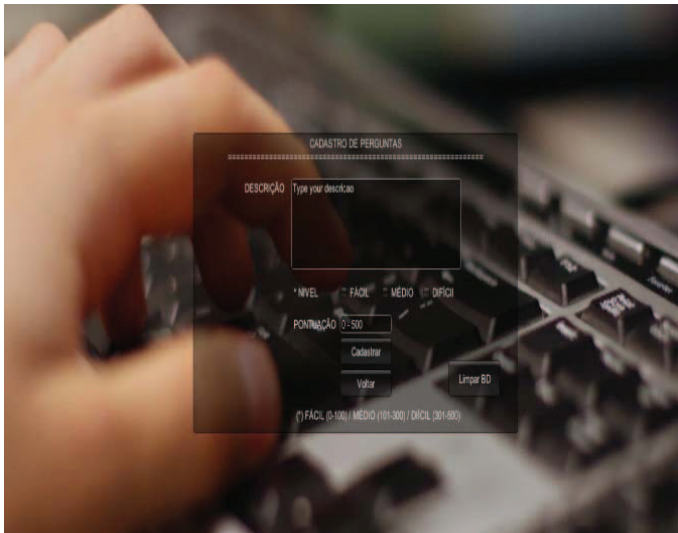


Fig 3. Cadastro de Perguntas

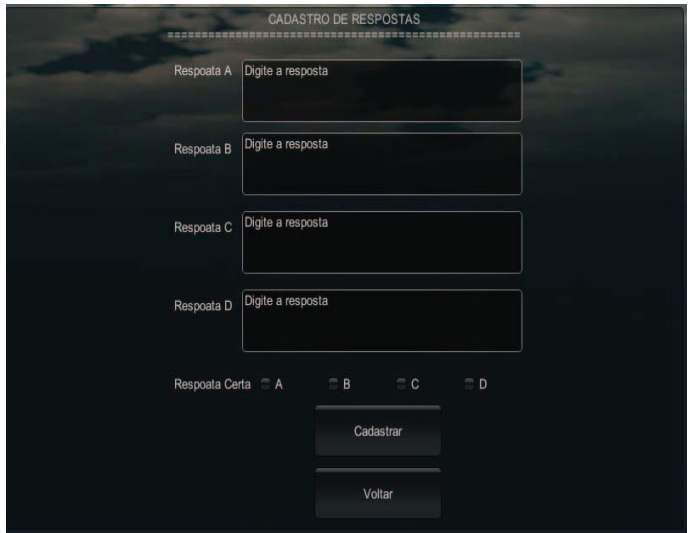


Fig 4. Cadastro de Respostas

B. Módulo Usuário

O Módulo Usuário é utilizado pelos alunos (Jogadores) para jogar. O Jogador deve possuir *login* e senha cadastrada previamente pelo Administrador e autenticar-se. Em seguida, o Jogador é direcionado para uma tela com as opções: i) Atualizar

Dados; ii) Ver *Ranking* (Fig. 5); iii) Jogar; e iv) Dinâmica do Jogo (conhecer as regras). Em Atualizar Dados, o Jogador deve preencher os campos disponíveis. Em Ver *Ranking*, ele consulta o *ranking* com os três primeiros colocados e a classificação geral com os 10 primeiros colocados (Fig. 6).



Fig 5. Ranking

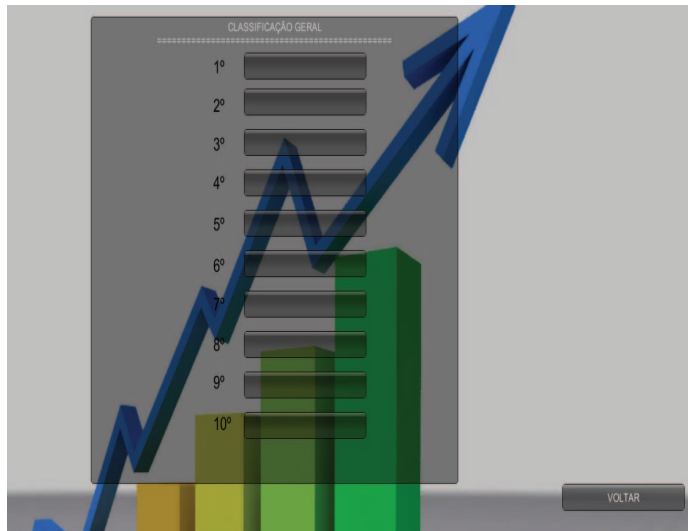


Fig 6. Classificação Geral

Em Jogar, o jogador é direcionado a uma tela (Fig. 7) que permite escolher três membros para sua equipe com as habilidades de Conhecimento do Projeto, Capacidade de Diagnosticar Resolver Problemas, Habilidades de Programação e Experiência. Quanto maior o nível de habilidade do funcionário, maior o salário e melhor o desempenho na execução do trabalho. Após escolher os funcionários, é apresentada uma tela com instruções sobre o jogo e com o valor total a ser gasto com despesas de funcionário. Em seguida, o Jogador é direcionado no cenário principal do jogo (ambiente

corporativo) no qual se localiza a equipe de trabalho (Fig. 8). Nesse cenário, há elementos importantes, por exemplo, Tela de Placar (pontuação, quantidade de respostas certas e erradas e tempo do jogo), Habilidade Som (efeitos de áudio) e Barra de Recursos (porcentagem de recurso disponível - a cada dois minutos, o valor gasto com funcionário é subtraído do orçamento).

Quando um funcionário possui alguma dificuldade com o seu trabalho, ele solicita ao Jogador (Gerente de Testes) que o ajude. A sinalização do pedido de ajuda é por meio de uma imagem

(cubo escrito 'HELP') (Fig. 9). Esse pedido sugere ao Jogador que se encaminhe até a mesa do funcionário. Ao encostar-se à mesa, uma tela com uma pergunta do funcionário é apresentada (Fig. 10). Ao respondê-la correta ou incorretamente, o jogador pode aumentar ou diminuir as habilidades do funcionário. Resposta errada é aplicada penalidade de tempo. Durante o jogo, o Jogador pode executar ações para melhorar seu conhecimento sobre Teste de Software e capacitar a sua equipe. Para isso, ele deve caminhar em direção à mesa do gerente e, ao encostar, aparece uma tela com conteúdo teórico de teste de software (Fig. 11). Outra ação importante é verificar o perfil dos funcionários contratados. Nessa verificação, podem-se observar os níveis de habilidade do funcionário e treiná-lo (Fig. 12).

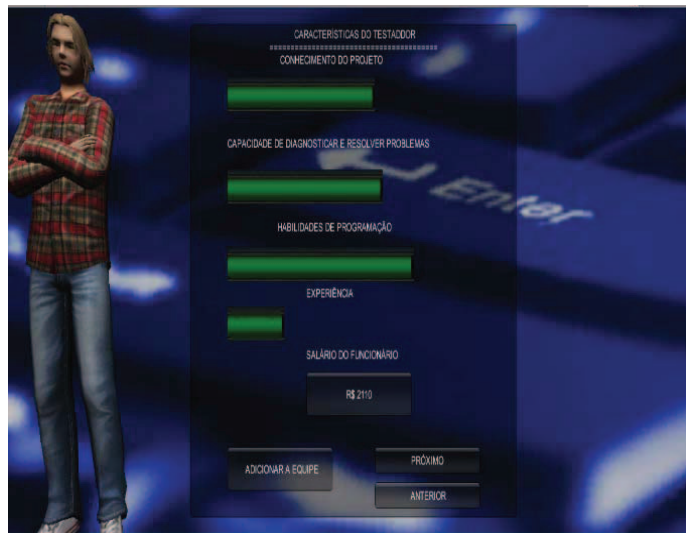


Fig 7. Escolha do Personagem



Fig 8. Cenário do Jogo



Fig 9. Pedido de Ajuda pelo Funcionário



Fig 10. Tela de Perguntas

O Jogador tem êxito no jogo se responder 10 perguntas no prazo estipulado e sem esgotar o orçamento. A pontuação final considera fatores, tais como, o nível de habilidade final de cada funcionário, a quantidade de respostas certas e o orçamento final. O objetivo do jogo é tornar mais lúdico o processo de ensino-aprendizagem aos assuntos de teste de software, mais atrativo ao aluno e mais próximo do ambiente de trabalho real. Ao jogar o TestEG, o aluno pode entender melhor os conceitos de teste e sentir a responsabilidade de criar e comandar uma equipe de trabalho. No decorrer do jogo, o aluno toma decisões intrínsecas de um Gerente de Testes e exerce atividades de um testador de software ao interagir com os funcionários.

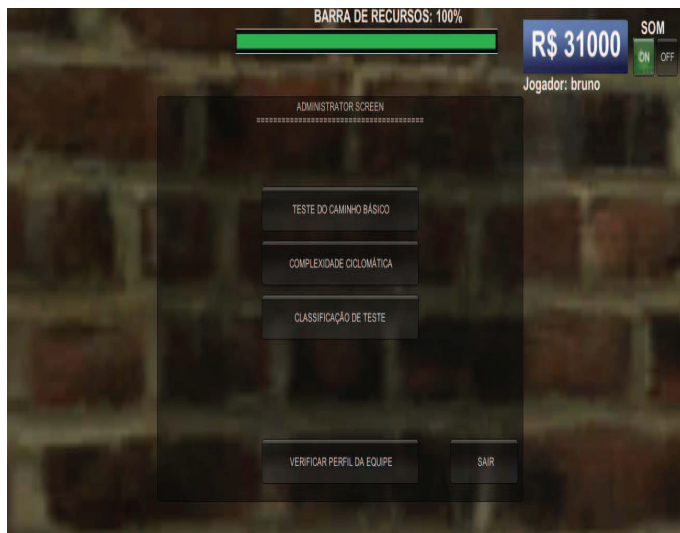


Fig 11. Ações do Gerente de Testes (Treintamento)

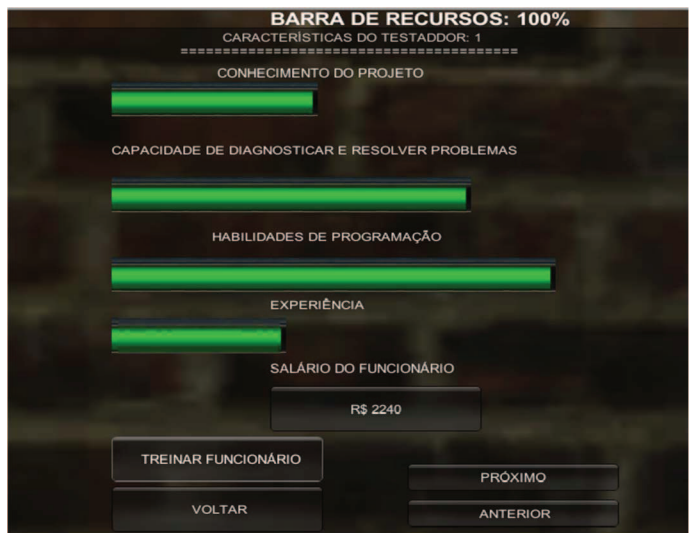


Fig 12. Perfil de Funcionários

V. AVALIAÇÃO

Alunos de uma Instituição de Ensino Superior cursando ou que cursaram disciplinas que abordam o assunto e profissionais atuantes na área foram convidados para serem avaliadores. Um questionário foi elaborado e disponibilizado, cujas perguntas são referentes à utilização e à importância do TestEG no processo de ensino-aprendizagem. O link para esse questionário foi

enviado por *e-mail* aos convidados. No questionário, além das perguntas objetivas, há espaço destinado a comentários para os avaliadores expressarem suas impressões após a utilização do TestEG. Esse questionário seguiu um modelo proposto [21] (Fig. 13) para avaliação de jogos educacionais. As perguntas foram organizadas em: i) caracterização do respondente; ii) motivação; iii) experiência; iv) conhecimento; e v) avaliação.

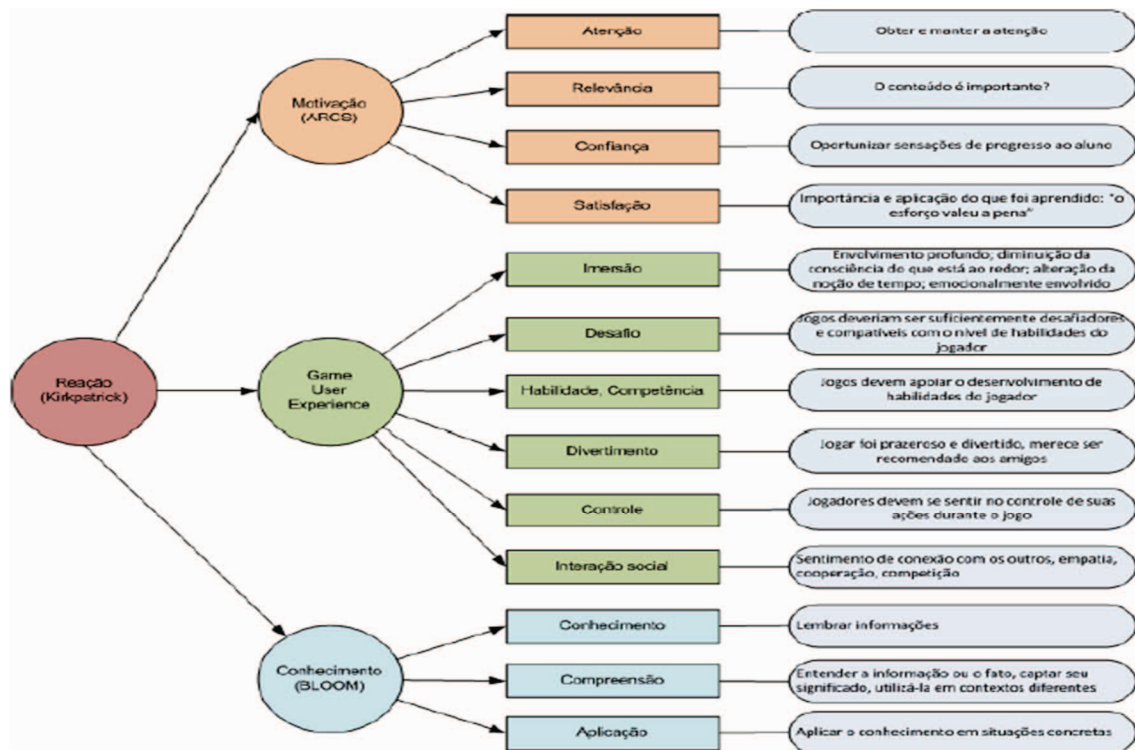


Fig 13. Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais

O convite para responder o questionário foi enviado a 127 pessoas, sendo que 52 responderam. A primeira seção de perguntas foi destinada a caracterizar os respondentes quanto à escolaridade, 8 possuem doutorado, 10 possuem mestrado, 10 possuem graduação e 24 cursam graduação (Fig. 14). A segunda seção de perguntas foi destinada a caracterizar a experiência dos avaliadores em Engenharia de Software (Fig. 15). O resultado foi 11 têm mais de 3 anos de experiência, 16 têm até 3 anos de experiência e 25 não têm experiência. Para verificar o nível de motivação do avaliador com relação ao TestEG (Fig. 16), foram elaboradas 7 afirmações. Entre os avaliadores, 40 acharam o *design* da interface adequado, mas a dificuldade de entender dividiu a opinião dos avaliadores, pois 25 responderam não foi difícil e 22 responderam o contrário. Isso é um indicador que o TestEG ainda precisa ser melhorado para reduzir/eliminar essa dificuldade.

Quanto ao TestEG ser relevante aos seus interesses e possuir conteúdo útil, 40 e 37 avaliadores responderam que concordam ou concordam plenamente com essas afirmações, respectivamente. Quanto à quantidade de informações disponíveis e surpreendentes/inesperadas fornecida, 31 avaliadores responderam que discordam ou discordam plenamente. Porém, 17 avaliadores que responderam que há muita informação e 15 avaliadores responderam que não apreenderam informações surpreendentes/inesperadas, indicando que há necessidade de melhorar o TestEG. Dos avaliadores, 33 avaliadores responderam que se sentiram bem

ao concluir o jogo, pois tiveram experiência positiva com o jogo visto, julgando-o estimulante e não se sentindo ansiosos ou entediados.

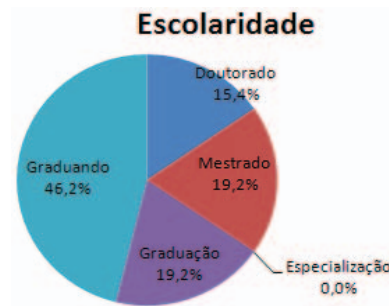


Fig 14. Escolaridade dos Respondentes

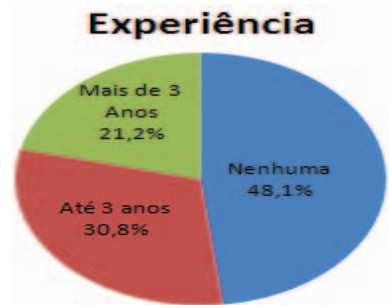


Fig 15. Experiência dos Respondentes

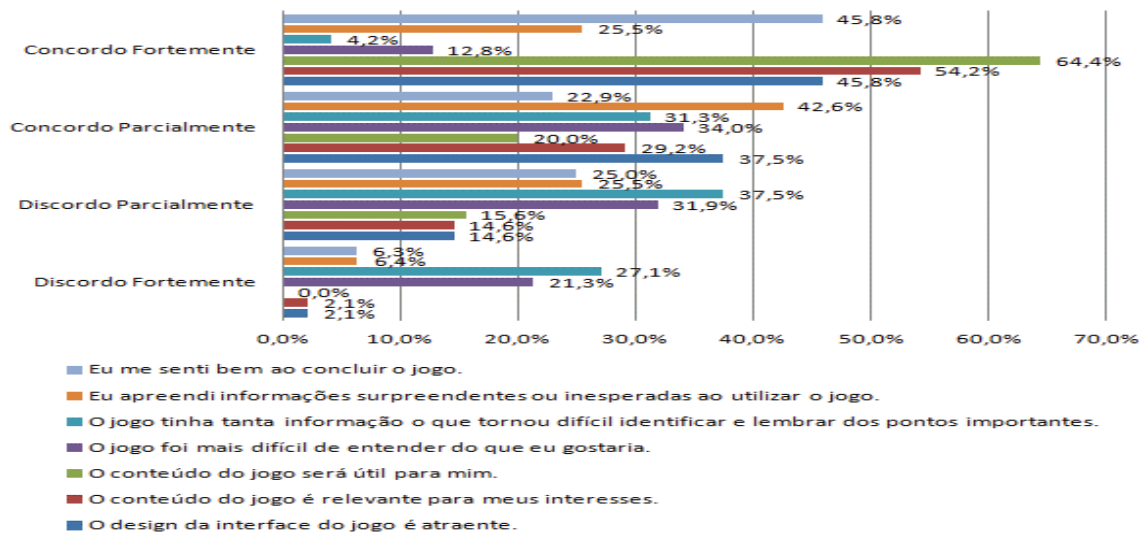


Fig 16. Motivação

Para verificar a experiência do avaliador após utilizar o TestEG (Fig. 17), foram elaboradas 3 afirmações. Analisando a avaliação, foi consenso entre os avaliadores quanto facilidade de (i) lembrar-se de mais informações relacionadas ao tema apresentado, (ii) compreender melhor os temas apresentados no jogo e (iii) aplicar melhor os temas relacionados com o jogo. A maioria respondeu concordam ou concordam plenamente, sendo 39 avaliadores, 37 avaliadores e 37 avaliadores, respectivamente. Com o resultado, pode-se inferir que o TestEG alcançou seu objetivo como ferramenta educacional.

Quanto ao TestEG contribuir para aprendizagem (Fig. 18) e desempenho profissional (Fig. 19), a maioria dos avaliadores acha que ele pode contribuir (44 e 40 avaliadores concordam/concordam plenamente, respectivamente). Com esses resultados, o TestEG pode ser caracterizado como opção para apoiar o processo de ensino-aprendizagem em teste de software. Assim, o TestEG pode ser útil nas salas de aulas, fazendo com que os alunos se sintam em um ambiente de trabalho real (simulado) e exerçam funções pertinentes a Gerente de Testes.

O questionário de avaliação contribuiu com críticas e sugestões que serão utilizadas para a atualização do TestEG e a implementação da próxima versão. Nesse questionário, foi disponibilizada uma questão aberta aos avaliadores para fazerem comentários/críticas/ sugestões. Nessa questão, muitos elogios foram feitos à iniciativa de desenvolver o jogo e a maneira como foi proposto e críticas também ocorreram. Tais críticas são

pertinentes e podem ser utilizadas para melhorar o TestEG. Dos 52 avaliadores, 29 avaliadores responderam essa questão. Analisando as respostas, podem ser destacados: i) melhorar a forma de conduzir o Gerente de Testes pelo cenário; ii) falta de diversificação de projetos a serem desenvolvidos; iii) melhoria na forma de apresentar as instruções; e iv) proporcionar mais interatividade, com desafios que levem a próximas fases.

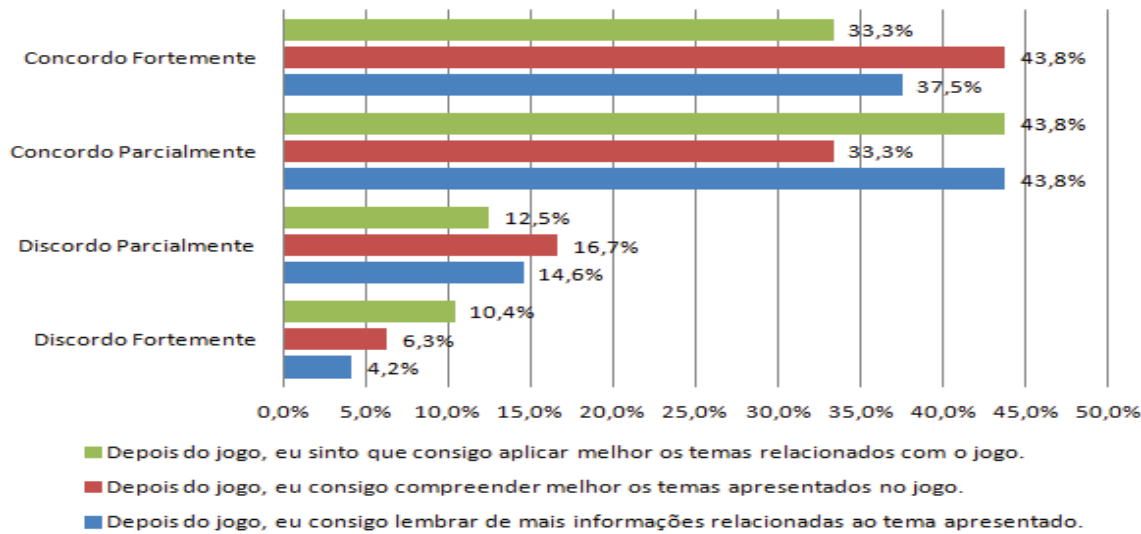


Fig 17. Conhecimento dos Avaliadores após utilizarem o TestEG

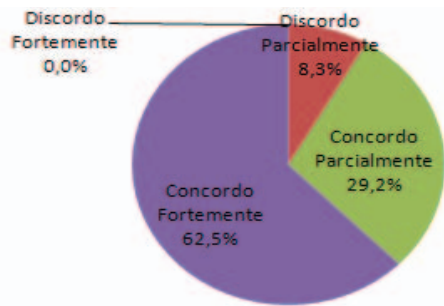


Fig 18. Contribuição na Aprendizagem

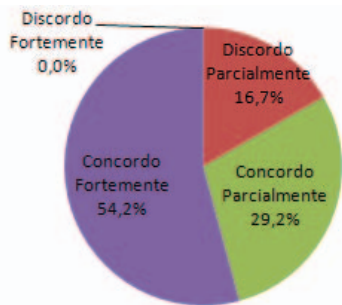


Fig 19. Contribuição Profissional

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários jogos educacionais foram desenvolvidos com o propósito de aperfeiçoar e tornar mais efetivo o processo de ensino-aprendizagem [20]. Mas, poucos contemplam assuntos relacionados a teste de software [26], constatando a real

necessidade de desenvolvimento de um jogo visando ao apoio do professor no processo de ensino-aprendizagem de teste de software. Nesse jogo, buscou-se facilitar o aprendizado dos alunos que passam a aprender testes de software de forma lúdica e próximo ao que se encontra em um ambiente real de trabalho.

No TestEG, o objetivo foi fazer com que o aluno se sentisse mais familiarizado com um ambiente real de trabalho e entendesse o seu funcionamento. Ao jogar, o aluno exerce o papel “tomador” de decisões realizando atividades de um Gerente de Testes ao contratar/capacitar funcionários. Dessa forma, ele pode entender mais sobre as responsabilidades intrínsecas de um Gerente de Testes. A avaliação do jogo possibilitou concluir que é grande a aceitação dos alunos pela utilização de jogos. Cabe aos professores estudarem uma maneira de incluir a utilização de jogos educacionais no processo de ensino-aprendizagem e dominar a condução desse processo.

Com o TestEG, algumas vantagens identificadas com a inserção de jogos no contexto do processo de ensino-aprendizagem foram ratificadas, tais como:

- Fixar conceitos aprendidos de forma motivadora ao aluno;
- Introduzir e desenvolver conceitos de difícil compreensão.
- Requer a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento.
- Utilizar jogos é fator de motivação para os alunos.

- Permitir ao professor identificar e diagnosticar erros de aprendizagem e de atitudes e dificuldades dos alunos.

Além disso, algumas desvantagens foram revertidas, tais como:

- Dar ao jogo caráter puramente aleatório, tornando-se "apêndice" em sala de aula, quando mal utilizados. Os alunos jogam e sentem-se motivados apenas pelo jogo, sem saber o porquê jogam. **Justificativa:** o professor/instrutor pode intervir no jogo e direcionar e acompanhar o desempenho e a evolução do aluno com relação a teste de software;
- Perder a "ludicidade" do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo. **Justificativa:** o professor/instrutor intervém antes do jogador (aluno) jogar, fornecendo informações que julgue necessárias aos alunos.

Sugestões de trabalhos futuros: i) possibilitar ao administrador incluir imagens nas perguntas para visualizar gráficos, diagramas e etc.; ii) tornar o jogo multiplayer, fazendo com que o jogador assuma um papel na equipe, como membro da equipe de teste ou Gerente de Teste; iii) utilizar o mouse para navegação do personagem (Gerente de Teste); iv) criar diversificação de projetos para serem desenvolvidos pelo personagem; e v) criar desafios que levem a próximas fases, tornando o jogo mais interativo.

REFERÊNCIAS

- [1] Aranha, G. Jogos Eletrônicos Como um Conceito Chave para o Desenvolvimento de Aplicações Imersivas e Interativas para o Aprendizado. In: Ciências e Cognição. v. 7. pp. 105-110. 2006.
- [2] Baker, A.; Navarro, E. O.; Hoek, V. A. An Experimental Card Game for Teaching Software Engineering Processes. In: Journal of Systems and Software. v. 75. pp. 3-16. 2005.
- [3] Barbosa, E. F.; Maldonado, J. C.; Vincenzi, A. M. R.; Delamaro, M. E.; Souza, S. R. S.; Jino, M. Introdução ao Teste de Software. In: Escola de Informática Norte. pp. 330-378. 2000.
- [4] Benitti, F. B. V.; Molléri, J. S. Utilização de um RPG no Ensino de Gerenciamento e Processo de Desenvolvimento de Software. In: Workshop sobre Educação em Computação. pp. 258-267. 2008.
- [5] Braga, A. J.; Araújo, M. M. de; Vargas, S. R. S.; Lemes, A. Uso dos Jogos Didáticos em Sala de Aula. 2007. Disponível em <<http://guaiba.ulbra.tche.br/pesquisas/2007/artigos/letras/242.pdf>>. Acessado em: 15/02/2009.
- [6] Dantas, A. R. Jogos de Simulação no Treinamento de Gerentes de Projetos de Software. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação. UFRJ. 98p. 2003.
- [7] Drappa, A.; Ludewig, J. Quantitative Modelling for the Interactive Simulation of Software Projects. In: Journal of Systems and Software. v. 46. pp. 113-122. 1999.
- [8] Drappa, A.; Ludewig, J. Simulation in Software Engineering Training. In: ICSE. pp. 199-208. 2000.
- [9] Gomes, A. S.; Castro Filho, J. A. de; Gitirana, V.; Spinillo, A.; Alves, M.; Melo, M.; Ximenes, J. Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática. In: WIE. 2002.
- [10] Grando, R. C. O Jogo na Educação: Aspectos Didático-Metodológicos do Jogo na Educação Matemática. Disponível em: <www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/cursos/el654/2001/jessica_e_paula/JOGO.doc>. Acessado em: 13/5/2012.
- [11] Hilburn, T. B.; Towhidnejad, M. A Case for Software Engineering. In: CSEE&T. pp. 107-114. 2007.
- [12] Kahl, K.; Lima, M. E. de O.; Gomes, I. Alfabetização: Construindo Alternativas com Jogos Pedagógicos. In: Revista Eletrônica de Extensão. v. 4. n. 5. 2007.
- [13] Kieling, E.; Rosa, R. Planager - Um Jogo para Apoio ao Ensino de Conceitos de Gerência de Projetos de Software. TCC de Ciência da Computação. PUC-RN. 68p. 2006.
- [14] Krüger, S. E.; Fritsh, E. F.; Vicari, R. M. Avaliação Pedagógica do Software STR. In: Revista Brasileira de Informática na Educação. v. 8. pp. 21-33. 2001.
- [15] Lopes, M. V. O.; Silva, V. M.; Araujo, T. L. Desenvolvimento Lógico-Matemático do Software ND. In: Revista Latino Americana de Enfermagem. v. 12. n. 1. pp. 92-100. 2004.
- [16] Moraes, M. B. S.; Dutra, D. L.; Anjos, U. U.; Rego, R. G.; Moraes, R. M.; Machado, L. S. Geoplano: Um Jogo Educacional Inteligente para o Ensino de Geometria Plana. In: International Conference on Engineering and Technology Education. pp. 559-563. 2008.
- [17] Moratori, P. B. Por que Utilizar Jogos Educativos no Processo de Ensino Aprendizagem? 2003. Disponível em: <<http://www.nce.ufjf.br/ginape/publicacoes/patrickmaterial/trabfinalpatrick2003.pdf>>. Acessado em: 26/03/2012.
- [18] Nauman, M.; Uzair, M. SE and CS Collaboration: Training Students for Engineering Large, Complex Systems. In: Conference on Software Engineering Education and Training. pp.167-174. 2007.
- [19] Paludo, L.; Raabe, A. L. A. Análise de Jogos Educativos de Computador para Gerência de Projetos de Software. In: Workshop sobre Educação em Computação. v. 1. p. 867-876. 2010.
- [20] Santos, R. P.; Santos, P. S. M.; Werner, C. M. L.; Travassos, G. H. Utilizando Experimentação para Apoiar a Pesquisa em Educação em Engenharia de Software no Brasil. In: FEES. pp.55-64. 2008.
- [21] Savi, R.; Wangenheim, C. G. V. e Ulbricht, V. (2010) Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. Revista Novas Tecnologias na Educação. V. 8, n. 3
- [22] SESAM. Software Engineering Simulation by Animated Models (SESAM). Disponível em: <http://www.iste.uni-stuttgart.de/se/research/sesam/overview/index_e.html>. Acessado em: 07/04/2016.
- [23] Tao, W.; Qing, Z. A Software Engineering Education Game in a 3-D Online Virtual Environment. In: International Workshop on Education Technology and Computer Science. pp.708-710. 2009.
- [24] Tarouco, L. M. R.; Roland, L. C.; Fabre, M. C. J. M.; Konrath, M. L. P. Jogos Educacionais - Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS. 6 p. 2004.
- [25] Valente, A. B. A Intransigência da Transferência de Conhecimento. FDE. 1993.
- [26] Wangenheim, C. G. von; Kochanski, D.; Savi, R. Revisão Sistemática sobre Avaliação de Jogos Voltados para Aprendizagem de Engenharia de Software no Brasil. In: FEES. pp. 41-48. 2009a.
- [27] Wangenheim, C. G. von; Thiry, M.; Kochanski, D.; Steil, L.; Silva, D.; Lino, J. Desenvolvimento de um Jogo para Ensino de Medição de Software. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. 2009b.