

Uso de Práticas Gamificadas no Ensino de Verificação e Validação de Software

Valéria Lelli¹, Ismayle S. Santos², Karina da Silva Castelo Branco¹

valerialelli@ufc.br,ismayle.santos@uece.br,karinascb@alu.ufc.br

Departamento de Computação - Universidade Federal do Ceará (UFC)¹

Centro de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual do Ceará (UECE)²

Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat)

RESUMO

O uso de práticas gamificadas tem proporcionado um maior engajamento dos alunos, além de melhorar a experiência no processo de aprendizagem. Dessa forma, neste artigo será apresentado um relato de experiência de duas práticas de ensino de Verificação e Validação (V&V). A primeira prática consiste no teste ad hoc que tem por objetivo identificar falhas em um sistema. Cada incidente identificado pelo estudante durante o teste deve ser reportado em um formulário que será analisado posteriormente pelo professor. A segunda prática tem por objetivo elaborar um planejamento das atividades, gerando como artefato um plano de V&V. Inicialmente, os alunos são organizados em equipes de 2 a 5 e, em seguida, cada equipe escolhe um estudo de caso para fazer o planejamento. Ao final desta prática, os alunos apresentam o planejamento e são discutidos os conceitos abordados e os resultados obtidos. Além disso, nas aulas subsequentes, após a correção de cada prática, o professor apresenta para os alunos uma compilação das respostas submetidas pelos alunos e discute as lições aprendidas. As práticas foram aplicadas em turmas de graduação e pós-graduação de disciplinas relacionadas à Verificação e Validação de Software em duas universidades públicas. Os resultados obtidos indicaram que os alunos gostaram das práticas e que elas foram fundamentais para consolidar os conceitos teóricos trabalhados na disciplina.

CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → Computing education.

PALAVRAS-CHAVE

Educação de computação, Verificação e Validação, Plano de V&V

1 INTRODUÇÃO

O teste de software é uma das etapas do ciclo de desenvolvimento que tem como objetivo verificar a qualidade do produto desenvolvido e relatar possíveis falhas existentes para atender a expectativa do cliente final. Ele pode ser definido como o processo de executar um sistema com o objetivo de encontrar defeitos [1]. Assim, um dos objetivos da realização do teste de software é reduzir a

probabilidade de ocorrência de erros que cheguem aos usuários finais[2].

Segundo Delamaro et al. [3], o teste de software possui quatro fases: (i) o planejamento de teste, no qual são definidos, por exemplo, o escopo, objetivo e recursos necessários; (ii) o projeto de casos de teste, que diz respeito a definição dos cenários ('o que' vai ser testado) e casos de teste ('como' vai ser testado); (iii) a execução de testes, quando os casos de testes são executados no software sob teste; e (iv) a avaliação dos resultados dos testes, na qual a equipe avalia os resultados para determinar se o sistema e os testes realizados atendem aos critérios de qualidade e cobertura estabelecidos no planejamento.

Dentre as atividades mencionadas, o planejamento é essencial porque tem o papel de facilitar a execução dos testes, definir um cronograma para as atividades, planejar a execução das atividades, fazer alocação de recursos e definir marcos do projeto. O resultado do planejamento de testes é um artefato conhecido como plano de teste. Quando o planejamento também envolve atividades de verificação, tais como revisões, inspeção de software e análise estática de código, o plano é mais abrangente e denominado plano de V&V.

Apesar da importância das atividades de V&V, Valle et al. [4] relatam sobre a carência de mão-de-obra especializada, a qual pode ter como um das causas a dificuldade e ineficiência do ensino de testes por meio (exclusivo) de aulas teóricas. Wangenheim e Silva [5] também afirmam em seu estudo que o ensino de testes de software é pouco satisfatório. De acordo com os estudos de Silva [6], a principal dificuldade no ensino de teste de software está ligado a necessidade de aplicar o processo na prática. De maneira geral, a literatura recomenda o desenvolvimento de novas abordagens de ensino, com o objetivo de permitir simular situações que seriam vivenciadas fora do contexto educacional.

Diante o contexto e dificuldades apresentadas, torna-se essencial adotar o uso de novas abordagens para apoiar o processo de aprendizagem de verificação e validação de software para colocar em prática os conhecimentos acadêmicos. Em se tratando do ensino de V&V, existem estudos sobre o uso de jogos [7][8] e metodologias ativas [9][10]. Porém, no cenário do ensino mais abrangente, envolvendo técnicas de Verificação e Validação, poucos [11] são os trabalhos encontrados na literatura.

O objetivo deste trabalho é apresentar um relato de experiência com a condução de duas práticas de ensino de Verificação e Validação (V&V). A primeira é relacionada a identificação de falhas em um sistema de software, enquanto que a segunda é voltada para elaboração do plano de V&V especificando todas as atividades de verificação e validação necessárias. No artigo são apresentados a

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp'24, Abril 22-27, 2024, São Paulo, São Paulo, Brasil (On-line)

© 2024 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

metodologia usada nestas práticas, bem como todo seu o processo de criação e resultados obtidos após avaliação com os alunos.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os estudos relacionados com a temática deste relato. A Seção 3 descreve a metodologia usada para condução das duas práticas de processo. A Seção 4 apresenta os resultados das aplicações das práticas em três disciplinas relacionadas à V&V e a Seção 5 discute as lições aprendidas bem como as limitações do trabalho e, por fim, na Seção 6 são apresentadas as considerações finais deste relato.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura existem diferentes estudos com iniciativas voltadas para o ensino de testes de software. A seguir são discutidos os principais trabalhos relacionados.

O trabalho de Farias et al. [7] propõe um jogo educacional para apoiar o ensino de testes de software, o *iTest Learning*. Este jogo foi desenvolvido com o objetivo de apoiar o ensino de testes de software na fase de planejamento. O jogo é voltado para iniciantes na área de teste de software, entretanto, é necessário um conhecimento prévio na área de engenharia de software e teste de software.

Beppe et al. et al. [12] apresentam o *GREatest Card Game*, um jogo de cartas analógicas multiplayer concebido com o propósito de tornar o ensino de testes de software lúdico. Neste jogo, os jogadores devem acertar o tipo de teste correspondente ao cenário de uso da aplicação. O jogo é composto por três *decks* de cartas, sendo eles: *deck* do jogo (com as opções dos tipos de testes), *deck* de bônus (com ações especiais para o jogo) e *deck* de desafios (com os cenários problema).

Moreira et al. [13] também apresentam uma abordagem para o ensino de teste de software, porém focado no processo de testes (papéis, artefatos e atividades). Neste caso, os autores propõem o *ProTesters*, que é um jogo de tabuleiro para suportar e motivar o ensino do processo de teste de software.

O trabalho de Valle [8], por sua vez, apresenta o desenvolvimento de um jogo educacional online para tornar as aulas mais interativas e para apoiar o ensino de teste de software. O nome do jogo é *IslandTest*. Os autores descrevem as tecnologias e linguagens de programação usadas para o desenvolvimento do jogo. Neste artigo foi realizado a validação pelos estudantes com relação a motivação, experiência do usuário, aprendizagem e objetivos da aprendizagem.

Outra estratégia utilizada no ensino de testes diz respeito ao uso de metodologias ativas, como o emprego de *Flipped Classroom*. Neste contexto, Leo et al. [9, 10] apresentam os resultados de experimentos que analisaram o impacto do uso da técnica no aprendizado de alunos quanto à derivação de testes.

No que se refere ao ensino de V&V de maneira holística, Acharya et al. [11] discutem como incorporar em um curso de V&V pesquisa acadêmica e melhores práticas da indústria. Ainda neste trabalho, os autores apresentam os resultados de um projeto que resultou em 42 horas de ferramentas de aprendizagem ativa, incluindo estudos de caso, exercícios e vídeos relacionados à temática de V&V.

A partir da descrição dos estudos relacionados, é possível notar o foco em aplicações e jogos para apoiar o ensino do conteúdo de testes de software. No entanto, existem poucos trabalhos com foco

em V&V, e não foi possível encontrar nenhuma iniciativa relacionada ao ensino do plano de V&V. A contribuição deste relato de experiência reside então na explicação da criação e da condução de práticas de ensino de V&V. Além disso, são discutidos os resultados obtidos e lições aprendidas.

3 METODOLOGIA

Para trabalhar o conteúdo de processo nas disciplinas relacionadas à V&V foram propostas duas práticas: prática 01 - Teste *ad hoc*¹ com um Jogo UFCode² para identificação de falhas; e prática 02 - Planejamento de Processo de V&V. A Figura 1 ilustra as etapas da metodologia.

A condução das duas práticas foi dividida em 5 etapas principais, sendo elas: (1) aulas teóricas sobre os tópicos relacionados ao Processo de V&V. (2) elaboração da prática descrevendo os seus objetivos, instruções e critérios; (3) configuração e disponibilização do material a ser utilizado na prática; (4) aplicação da prática em sala de aula; e (5) feedback e avaliação da prática.



Figura 1: Metodologia

3.1 Aulas teóricas sobre o tópico

A prática 01 teve por objetivo identificar falhas de requisitos funcionais e não funcionais em um sistema através de um teste *ad hoc*. Inicialmente, os alunos tiveram duas aulas teóricas sobre conceitos introdutórios e terminologia de V&V. Também foram discutidos exemplos de falhas comumente ocorridas em software³ (e.g., *off-by-one bug*) e exemplos de bugs famosos da história do software (Ariane, Therac-25, dentre outros).

Para a prática 02 foram ministradas mais duas aulas teóricas para introduzir os conceitos, terminologia, exemplos de processos mais gerais com foco em teste (e.g., Modelo V) e outros mais específicos de teste (Modelo 3PX3E [14], processo de uma fábrica de teste

¹Teste informal, sem planejamento prévio e conhecimento dos requisitos do sistema.

²<https://ufcode-paip.surge.sh/>

³https://en.wikipedia.org/wiki/Off-by-one_error

[15]). Além disso, foram apresentadas as normas IEEE Std. 1012 versões 2004 e 2016 que trazem vários processos de V&V, englobando processos com foco em Verificação.

3.2 Elaboração da prática

Para a elaboração dessa prática 01, primeiramente foi escolhido o sistema que seria testado pelos alunos. Optou-se pelo uso de um jogo educativo voltado para o ensino de programação em Python que foi concebido por um dos professores. A escolha desse sistema foi motivada pelo fato de que o professor que iria corrigir a tarefa deveria ter conhecimento aprofundado sobre os requisitos do sistema, conseguindo distinguir o que são falhas e o que seria restrições de design e implementação. O Jogo denominado UFCode contém vários problemas organizados por área de estudo (e.g., Ciência da Computação, Engenharia de Alimentos). Os alunos codificam em Python a solução do problema e a submetem no Jogo. O Jogo tem um juiz online que dá o veredito sobre a correção do código. Dessa forma, os alunos testam as funcionalidades do jogo de forma *ad hoc*, empregando uma abordagem de caixa preta. Além disso, o jogo utilizava a linguagem Python, a qual todos os alunos tinham conhecimento. Após a escolha do sistema, foram descritos em um documento os objetivos da prática, a mecânica e as instruções para o uso do jogo.

Para a prática 02, a ideia foi trabalhar o planejamento das atividades de V&V através de um estudo de caso. Dessa forma, inicialmente foram elaborados dois estudos de casos no formato de documento de texto especificando o contexto do software e seus requisitos funcionais e não funcionais. A descrição do estudo de caso seria utilizada como base para a criação do plano de V&V, artefato de saída do planejamento. Para facilitar o entendimento da prática 02 foram definidos quatro critérios principais que deviam ser atendidos no planejamento: (i) definição de um cronograma para as atividades planejadas; (ii) alocação de recursos; (iii) definição dos artefatos de projeto; e (iv) apresentação do planejamento. Também foi feita uma apresentação explicando os objetivos da prática e os critérios que deveriam ser atendidos. Após a elaboração do material, foi feita uma validação pelos professores responsáveis pelas disciplinas para que a prática atendesse o escopo e conteúdo que estava sendo trabalhado na disciplina.

3.3 Material usado na prática

Para a prática 01 foi necessário a disponibilização do Jogo em um servidor para que os alunos pudessem utilizá-lo no laboratório. Além disso, foi elaborado um formulário para a documentação das falhas⁴ identificados durante a prática. No formulário os alunos informavam nome, matrícula e as descrições das falhas encontradas. Esses materiais foram entregues aos alunos momentos antes de iniciar a prática.

A prática 02 foi executada em sala de aula. Para a execução desta prática foram usados materiais de papelaria, tais como caneta, cartolina ou papel A4 branco e *post its* coloridos. Estes materiais foram disponibilizados durante a aula, antes do início da prática.

3.4 Aplicação da prática

A seguir é descrito como cada prática foi aplicada.

⁴<https://forms.gle/gQnRhbPUepMabCZM6>

3.4.1 Prática 01. Para a aplicação da prática 01, inicialmente, o professor apresentou o jogo e as instruções. Em seguida, os alunos individualmente acessaram e exploraram o jogo com o intuito de identificar incidentes. Estes poderiam ser relacionados à requisitos funcionais e não funcionais. Cada aluno recebeu o link do jogo e o link do formulário para a documentação de incidentes. Para a descrição dos incidentes não foi disponibilizado nenhum template específico para a sua documentação, o campo do formulário era livre para essa descrição, porém, eles deveriam ser descritos de forma que se pudesse compreendê-los. Cada incidente seria analisado posteriormente pelo professor e, caso fosse confirmado como falha, o aluno receberia uma bonificação de 10 XP (eXperience Points⁵) por falha. Os incidentes reportados que fossem relacionados à melhoria, tais como restrições de design ou de implementação, não seriam considerados como falha.

A prática 01 foi realizada no laboratório, onde cada aluno acessou um computador, e teve a duração total de 2 horas, sendo 30 minutos para apresentação e esclarecimento de dúvidas, e 1 hora e 30 minutos para a exploração e documentação dos incidentes. Durante a realização da prática, os alunos poderiam esclarecer dúvidas com o professor.

3.4.2 Prática 02. Para a condução da prática 02, o professor também fez uma apresentação introdutória sobre os objetivos; os critérios de avaliação que listavam as atividades obrigatórias que deveriam ser trabalhadas e as etapas para a execução da prática. Também, foram apresentados os dois estudos de casos⁶, *Banco* e *Coleta de Lixo*, criados na etapa de *Elaboração da Prática*. O Sistema *Banco* consiste em uma aplicação de celular (app) visando centralizar e automatizar o maior número de etapas possíveis dentro o processo de concessão de crédito. Já o sistema *Coleta de Lixo* tem por objetivo facilitar a coleta por meio de rotas observando o maior índice de usuários que solicitam o serviço de coleta seletiva e por onde existe uma certificação que sua demanda será atendida e o lixo não será descartado pela coleta de lixo comum. Em seguida, os alunos se dividiram em grupos de 4 a 5 integrantes por escolha própria dos participantes. Após a divisão, o professor distribuiu de forma aleatória os estudos de caso entre as equipes. Cada equipe recebeu um estudo de caso em um documento impresso que continha a descrição da aplicação, os requisitos funcionais e não funcionais descritos, figuras ou diagramas. Os alunos também receberam o material para a realização da prática.

Como o objetivo da prática 02 era fazer o planejamento do estudo de caso escolhido e gerar o plano de V&V, este deveria contemplar, no mínimo, as seguintes atividades:

- **Definição de um cronograma.** Fazer um cronograma com as atividades de V&V a serem realizadas, incluir as etapas a serem seguidas e a ordem cronológica de sua execução considerando o período do semestre atual. Os alunos poderiam adotar a metodologia para a execução das atividades seguindo *Scrum*, *Kanban*, dentre outros.

⁵Para a gamificação da disciplina é utilizada esta unidade que representa os pontos de experiência que o usuário adquiriu na prática, ao final da disciplina essa pontuação é convertida para ponto extra

⁶https://drive.google.com/drive/folders/1P6LFDsJFAaaBx0P9MVBiyBdSa1Rw_bQW?usp=sharing

- **Alocação Adequada de Recursos.** Fazer alocação de recursos - quem realiza as atividades (papéis e responsabilidades) e quais as ferramentas/recursos necessários; e
- **Definição dos artefatos de V&V.** Identificar e listar os artefatos e marcos de um projeto de V&V de acordo com as atividades planejadas com o objetivo de monitorar o seu progresso e alcançar os objetivos estabelecidos.

A prática 02 teve duração total de 2 horas e as etapas com o seu cronograma é descrito a seguir:

- (1) Apresentação da prática e dos estudos de caso (5 a 10 minutos)
- (2) Formação das equipes (2 a 5 minutos)
- (3) Realização da prática (30 a 50 minutos)
- (4) Apresentação das equipes e discussão sobre os resultados obtidos e lições aprendidas (30 a 50 minutos)

Em relação ao que não poderia ser feito na prática, foram estabelecidos que as equipes não poderiam interagir com outras equipes; trocar de estudo de caso; usar a Internet ou chatGPT ou afins; e exceder o tempo limite. Sobre o tempo limite para a execução de cada atividade, vale ressaltar que algumas atividades levaram mais tempo do que o previsto visto que alguns alunos chegaram após o início da prática.

Durante a prática 02 os responsáveis, professor, monitor e/ou assistentes⁷ acompanharam o desenvolvimento da criação do plano de V&V, observando como os integrantes das equipes interagem entre si e quais metodologias eles estavam adaptando ao contexto do estudo de caso, além de esclarecimento de dúvidas sobre a prática.

3.5 Feedback e avaliação da prática

Na aula seguinte à realização da dinâmica, o professor repassou um *feedback* para turma destacando os aspectos positivos, pontos de melhoria e lições aprendidas considerando os resultados de toda a turma. Também nesta aula, com o feedback, os alunos foram incentivados a discutir o que aprenderam com a prática.

Para avaliar as práticas foi ainda elaborado um questionário com perguntas objetivas e subjetivas, totalizando 10 perguntas. A Tabela 1 apresenta uma visão geral das questões do formulário aplicado. Dentre as questões fechadas, foram colocadas três afirmações sobre a prática, as quais deveriam ser avaliadas conforme Escala Likert, variando de 1 a 5, onde 1 significava discordo totalmente e 5 significava concordo totalmente. Com relação as perguntas subjetivas, os alunos foram questionados quanto ao curso, os pontos fortes e fracos da prática. O link para o questionário foi disponibilizado logo após a aula de aplicação de jogo, e os alunos tiveram alguns dias para responder o questionário.

4 RESULTADOS

O contexto do relato da experiência descrito neste artigo diz respeito à aplicação das práticas em duas universidades públicas: Universidade Federal do Ceará (UFC) e Universidade Estadual do Ceará (UECE).

Na UFC foram aplicadas ambas as práticas conforme descrito na Seção 3, dentro da disciplina de Verificação e Validação de Software, a qual havia alunos de graduação e pós-graduação, nos semestres

⁷Aluno de pós-graduação em estágio à Docência

Tabela 1: Questionário pós práticas

| Item | Opção de Respostas |
|--|---|
| Curso | Aberta |
| Q1. Você já participou de algum planejamento de V&V ou testes? | [Sim,Não] |
| Q2. Qual Estudo de Caso? | [Coleta de Lixo, Banco] |
| Q3. As instruções das práticas foram claras | [Escala Likert] |
| Q4. As práticas ajudaram a compreender o fluxo do plano de V&V | [Escala Likert] |
| Q5. Os critérios para elaboração do plano de V&V foram bem descritos | [Escala Likert] |
| Q6. Qual atividade demandou maior esforço do Plano de V&V? | [Definir Cronograma, Alocação de Recursos, Definir Artefatos] |
| Q7. Como você avalia a prática? | Nota de 0 à 10 |
| Q8. Do que você gostou da prática? | Aberta |
| Q9. Do que você não gostou da prática? | Aberta |

de 2022.2 e 2023.2. É importante destacar que as turmas (graduação e pós-graduação) eram agrupadas.

Na UECE, por sua vez, foi aplicada apenas a prática 02, relativa ao plano de V&V em razão da falta de disponibilidade do laboratório no início do semestre da disciplina. No caso da UECE, a disciplina em questão era de Tópicos em Engenharia de Software, mas o assunto ministrado foi também Verificação e Validação, porém, somente para alunos de graduação. Essa prática foi conduzida apenas no semestre de 2023.2

Os resultados do semestre 2022.2 para as práticas 01 e 02 aplicados na UFC são apresentados na Seção 4.1 e os resultados do semestre 2023.2 aplicados na UFC e na UECE são apresentados na Seção 4.2.

4.1 2022.2 - Práticas 01 e 02

Em 2022.2, a disciplina na UFC foi ministrada por dois professores da área: a professora, que é primeira autora do artigo, e o professor coautor, atualmente vinculado à UECE. Ambos participaram ativamente na maioria das aulas. Nesse semestre, havia 25 alunos matriculados, 22 alunos de graduação e 3 alunos de pós-graduação. Destes, 2 (1 da graduação e 1 da pós) nunca frequentaram as aulas, sendo reprovados por falta. Na disciplina foram aplicadas várias práticas, incluindo as práticas 01 e 02, abordadas neste relato. Ao final do semestre, os alunos foram convidados a responder um questionário com 16 perguntas (2 sobre o perfil do aluno: curso e semestre) avaliando a metodologia aplicada como um todo (e.g., conteúdo, práticas, trabalhos obrigatórios). No questionário foram identificadas 9 perguntas relacionadas às práticas 01 e 02, as quais foram:

- P1. O conteúdo das aulas foi satisfatório.
- P2. As práticas (atividades extras) ajudaram a consolidar o aprendizado.

- P3. O tempo das práticas (atividades extras em sala) foi adequado.
- P4. A prática realizada com o Jogo (prática 01) ajudou no conhecimento da disciplina.
- P5. A prática do Processo de V&V (prática 02) ajudou no conhecimento da disciplina.
- P6. A monitoria foi útil para facilitar a execução das atividades práticas.
- P7. Qual a prática mais interessante que você participou? Justifique.
- P8. O que foi bom?
- P9. O que foi ruim?

As perguntas P1 a P6 eram fechadas e usavam escala *Likert* com as seguintes opções: *Concordo Totalmente*, *Concordo*, *Neutro*, *Discordo* e *Discordo Totalmente*. As perguntas P7 a P9, por sua vez, eram abertas.

Dos 23 alunos que participaram da disciplina, seis responderam o questionário. Destes, três eram de Ciência da Computação e três de Engenharia da Computação. Cinco alunos (83%) estavam nos semestres finais do curso (7° em diante), com exceção de um aluno (17%) que estava no 6° semestre.

Sobre o conteúdo das aulas (P1), todos os alunos *concordaram totalmente* (5 alunos) ou *concordaram* (1) que foi satisfatório. Também, todos os alunos *concordaram totalmente* (1 aluno) ou *concordaram* (5) que as práticas ajudaram a consolidar o aprendizado (P2). Sobre o tempo da prática (P3), cinco alunos (83%) *concordaram totalmente* (3 alunos) ou *concordaram* (2) que foi adequado, apenas um aluno (17%) respondeu *neutro*.

Sobre a pergunta específica para a prática 01 (P4), um aluno (17%) *concordou* que a prática ajudou no conhecimento da disciplina, dos demais, três alunos (50%) responderam *neutro* e dois (33%) não participaram da prática. Sobre a prática 02 (P5), dos seis alunos, quatro (67%) *concordaram totalmente* (2) ou *concordaram* (2) e um (17%) respondeu *neutro* de que ela ajudou no conhecimento da disciplina. Um aluno respondeu que não participou da prática.

Por outro lado, na P6, quatro alunos (67%) responderam *neutro*, e os dois alunos restantes (33%) *concordaram totalmente* (1) ou *concordaram* (1) que a monitoria foi útil no auxílio da execução das práticas.

Em relação às perguntas abertas, em P7, um aluno (17%) disse que gostou igualmente de todas as práticas e outro aluno mencionou a prática 01 como a que mais gostou dizendo “*a de testar o Jogo, pois nele podemos ver o quão não sabemos sobre teste no início da disciplina.*”.

Sobre *o que foi bom* (P8) na disciplina, um aluno (17%) mencionou as aulas ministradas e a didática dos professores, além da empolgação dos mesmos que são da área. Também este aluno mencionou como ponto positivo a monitoria e o plano de aula com o planejamento da disciplina, este incluiu as aulas teóricas e práticas a serem trabalhadas no semestre.

Por outro lado, em P9, um aluno (17%) aluno mencionou que as aulas com auxílio da monitoria poderiam ser melhoradas e que gostaria de ter feito em outra oportunidade as práticas que não conseguiu participar.

4.2 2023.2 - Aplicação das práticas 01 e 02

Para as práticas 01 e 02 aplicadas nos semestres de 2023.2 na UFC e na UECE, foi elaborado um questionário específico para a sua avaliação. Após a realização da prática, em uma aula posterior, o professor fornecia o feedback dos resultados alcançados e então os alunos avaliavam a prática.

A seguir são apresentados os resultados da prática 01 conduzida na UFC pela professora que é primeira autora do artigo, e da prática 02 conduzida por esta professora na UFC e pelo professor coautor deste artigo na UECE.

4.2.1 Prática 01. Nesta prática houve a participação de 23 alunos e 22 submeteram a atividade, destes, todos responderam o questionário de avaliação. Sobre o perfil dos alunos, 19 (86%) alunos eram de Ciência da Computação e três (14%) alunos de Engenharia da Computação, desses, 18 (82%) alunos eram de graduação e quatro (18%) de pós-graduação. Sobre a experiência em teste, 15 (68%) alunos nunca tinham testado de forma *ad hoc* algum sistema para identificar falhas e sete (32%) alunos já tinham tido essa experiência.

A Figura 2 apresenta os resultados das perguntas fechadas com Escala *Likert*. No que diz respeito à prática em si, 20 (91%) alunos *concordaram totalmente* (11) ou *concordaram* (9) que as instruções foram claramente definidas, 2 (9%) alunos responderam *neutro*. Por outro lado, todos os alunos *concordaram totalmente* (17) ou *concordaram* (5) que prática ajudou a compreender a importância de ter um planejamento para identificar falhas em um sistema. Sobre o Jogo utilizado na prática, 18 (82%) alunos *concordaram totalmente* (9) ou *concordaram* (9) que as regras para uso do Jogo foram bem descritas.

Em relação à execução da prática, 10 (45%) alunos não tiveram dificuldade de executá-la e 12 (55%) alunos mencionaram dificuldades, tais como de compreensão da prática (2 alunos) e do jogo (3 alunos). Quatro (18%) alunos mencionaram dificuldades de identificar falhas, um deles destacou que não conseguiu identificar falhas de alta criticidade, e dois (9%) alunos mencionaram dificuldade de escrever e testar seus códigos, uma vez que ao submeter o código escrito em Python, o mesmo não funcionava. Apenas um aluno mencionou que a dificuldade foi “*identificar onde eu poderia testar e o que testar.*”.

Sobre *o que foi bom* na prática, os alunos mencionaram diferentes aspectos desde a prática em si como o jogo utilizado. Eles mencionaram como positivo o fato de testar uma aplicação real e que o jogo em si permitiu explorar diferentes perspectivas e formas de pensar. Outros alunos mencionaram a diversão da prática uma vez que foi utilizado um jogo, um aluno mencionou como positivo “*De jogar e ser uma testadora por um dia*” e outro aluno disse: “*Muito interessante e divertido procurar os bugs enquanto joga.*”. Contudo, a maioria dos alunos apontaram como positivo a vivência da teoria na prática, por exemplo, alguns disseram:

- “*Poder aplicar na prática os conhecimentos*”
- “*Atividades práticas ajudam no aprendizado*”
- “*A possibilidade de explorar falhas na prática*”
- “*Oportunidade de vivenciar, na prática, a importância do planejamento dos testes*”

Em relação à pergunta *o que não gostou* na prática, sete (32%) alunos responderam que não houve nenhum aspecto de que não gostaram na prática. Por outro lado, 15 alunos (68%) mencionaram

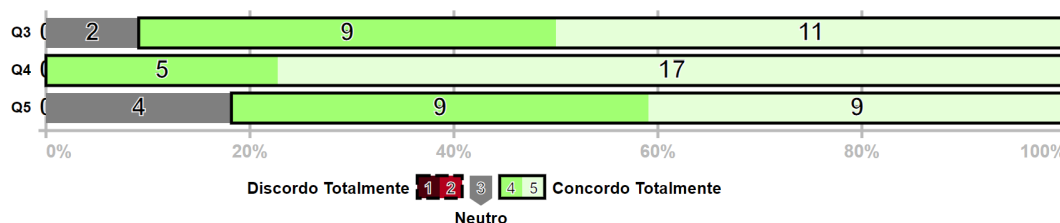


Figura 2: Resultados da Avaliação da Escala Likert para Prática 01 (Jogo UFCODE)

algum ponto do qual não gostaram, por exemplo, aspectos relacionados ao “Escopo e Falhas do Jogo” e à “Prática” propriamente dita. Sobre o primeiro aspecto, cinco (23%) alunos disseram que Jogo tinha muitas falhas (e.g., editor de texto pouco visível), um aluno mencionou que “o jogo tem muitos bugs e falhas que pioram a experiência do usuário”, além disso, os alunos também disseram que algumas funcionalidades estavam incompletas (e.g., seções do Jogo sem conteúdo) e que havia poucas funcionalidades no jogo. Por outro lado, sete (32%) alunos mencionaram aspectos de melhoria sobre a “Prática”, tais como a proposta não ter sido clara, a falta de instruções para a prática, a falta de conhecimento prévio do Jogo e a necessidade de exemplos para a guiar os testes. Os demais alunos manifestaram a frustração de não conseguir encontrar bugs (1) e rodar os códigos inseridos (1). Apenas um aluno mencionou a sua falta de conhecimento prévio em identificar falhas.

Sobre a avaliação geral da prática 01, 19 (86%) alunos atribuíram notas entre 8 a 10 em uma escala de 0 a 10. A média da avaliação foi de 8,77 com um desvio padrão de 1,19.

Na correção da prática 01, observou-se que todos os alunos que submeteram a tarefa reportaram pelo menos um incidente que foi considerado como falha. Houve um aluno que reportou 17 incidentes, dos quais 12 foram considerados falhas. Esse aluno recebeu a maior pontuação - 120XP. Vale mencionar que alguns alunos reportaram falhas de segurança e outros sugeriram melhorias para o jogo. Para fornecer feedback e discutir a prática, foi feita uma apresentação dos resultados para os alunos, na qual foi discutido o que foi considerado como falha bem como as restrições de design e de implementação. Em seguida, os alunos avaliaram a prática e, somente após isso, receberam a avaliação com a nota em XP.

4.2.2 Prática 02. Com relação à prática 02, participaram 26 alunos da UFC (21 de graduação e 5 da pós-graduação) distribuídos em sete equipes e 33 alunos da UECE organizados em nove equipes. Destes, o total de alunos que respondeu o questionário foi de 24 (92%) e 15 (45%) alunos, respectivamente.

No que se refere ao curso dos alunos, a grande maioria é do curso de Ciência da Computação, com exceção de quatro alunos da UFC, sendo 3 deles do curso de Engenharia da Computação.

Quanto à experiência prévia de algum planejamento de V&V ou testes, 16 (67%) alunos da UFC e 10 (67%) alunos da UECE sinalizaram que nunca tiveram experiência com este tipo de planejamento. Com isso, observou-se que a maioria dos alunos (67%) não conheciam o plano de V&V ou plano de teste.

A Tabela 2 apresenta uma visão da quantidade de alunos por estudo de caso e também qual atividade os alunos apontaram maior

difficuldade. Conforme observado nesta Tabela, 20 alunos que responderam tiveram o estudo de caso sendo ‘Coleta de Lixo’, enquanto que os outros 19 usaram o caso do ‘Banco’. Com base nos dados, também é possível observar que a atividade que exigiu maior esforço dos alunos foi a definição do cronograma (59%) seguido pela definição dos artefatos (26%). É importante destacar que nenhum aluno da UFC marcou a opção “Alocar Recursos” embora algumas equipes não tenham feito essa alocação de forma adequada no planejamento.

Quanto às perguntas gerais das práticas, a Figura 3 sumariza os resultados para UFC, os quais foram: (i) 14 (58%) alunos concordaram⁸ que as instruções da prática estavam claras; (ii) 22 alunos (92%) concordaram que compreenderam melhor o fluxo do planejamento de V&V e (iii) 18 alunos (75%) concordaram que os critérios para elaboração do plano de V&V estavam bem descritos.

Já quanto à UECE (ver Figura 4), os resultados foram 9 (60%), 15 (100%) a e 10 (67%) alunos para a clareza das instruções, a melhor compreensão do fluxo de V&V e descrição dos critérios de elaboração do plano, respectivamente. Sendo que neste último quesito, os demais cinco alunos marcaram a opção *Neutro*.

Em se tratando da avaliação geral das práticas, na UFC a nota foi de 8,2 (em uma escala de 0 a 10) com um desvio padrão de 1,25, enquanto que na UECE a nota média foi de 8,27 com um desvio padrão de 1,48. Em ambas as avaliações houve duas notas abaixo de 7,0 - 1 nota 6 e 1 nota 5.

Dos aspectos que os alunos apontaram que gostaram, destacamos: “processo de materializar a ideia”, e “colocar em prática”, “atividade em grupo”, além do “feedback dos professores”. Um dos alunos da UFC comentou que “O processo de pensamento para tentar ‘materializar’ a ideia ajudou a entender melhor o que é um planejamento de V&V, e a como produzir e organizar um”. Um dos alunos da UECE comentou o seguinte “Os post-its fez a experiência de planejar VeV mais divertida. O fato de você discutir qual melhor caminho de planejamento com os colegas foi bem significativo.”. Um dos alunos da UECE também fez uma analogia com *hackathon*⁹ na pergunta “Do que você gostou na dinâmica”, ele disse: “Do esforço coletivo estilo hackaton para definir um escopo num curto prazo de tempo. O formato da dinâmica como um todo foi muito bom.”

Por outro lado, como pontos que os alunos sinalizaram que não gostaram, pode-se mencionar: “pouco tempo”, “necessidade de estudo prévio” e a “falta de um planejamento ideal de referência”. Um dos alunos da UFC comentou que “Eu acho que seria interessante

⁸Marcaram Concordo ou Concordo Totalmente

⁹É um evento onde os participantes colaboram na resolução de problemas desenvolvendo aplicativos, também conhecido como maratona de programação.

Tabela 2: Estudo de caso versus atividade da prática com maior esforço

| Item | Opção de Respostas | Atividade que demandou maior esforço | | |
|--------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Universidade | Estudo de Caso | Definir Cronograma | Alocar Recursos | Definir Artefatos |
| UFC | Coleta de Lixo | 12 | 0 | 3 |
| | Banco | 6 | 0 | 3 |
| UECE | Coleta de Lixo | 2 | 3 | 0 |
| | Banco | 3 | 3 | 4 |
| Total | | 23 | 6 | 10 |

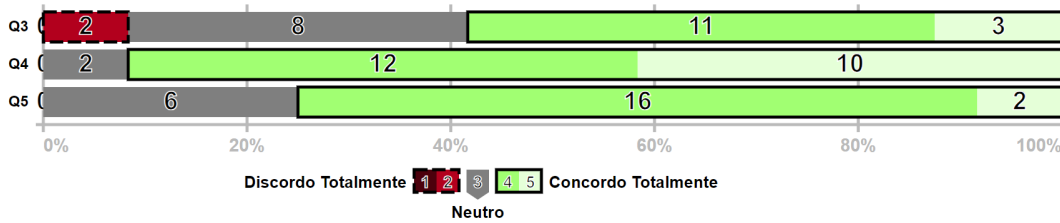


Figura 3: Resultados da Avaliação da Escala Likert para Prática 02 (Processo V&V) na UFC

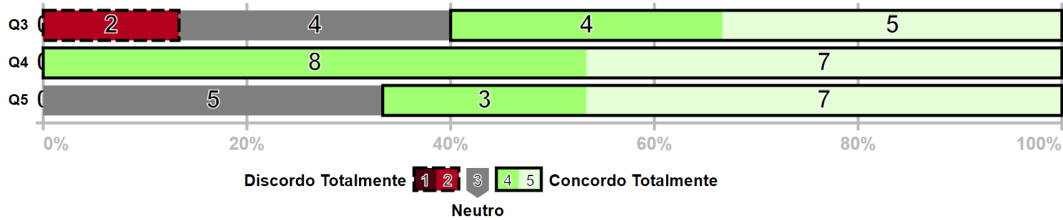


Figura 4: Resultados da Avaliação da Escala Likert para Prática 02 (Processo V&V) na UECE

durante a correção ter alguma referência do que seria o planejamento ideal”. Já um dos alunos da UECE comentou que o que ele não gostou foi “De não entender previamente qual seriam os artefatos resultantes e como melhor definir as atividades resultantes da V e V. Também seria interessante um ‘gabarito’ ou uma abordagem mais direta para validar não somente com os outros alunos, mas com o intuito de fato da atividade que é fixar o conhecimento”.

Sobre a correção da prática 02, observou-se que todos os alunos entregaram um planejamento. Além disso, todas as equipes utilizaram o formato Sprint ou Kanban. Cabe ainda destacar que em ambas as Universidades esta atividade valia pontuação extra.

Na UFC, os 24 alunos foram organizados em sete equipes, cada uma com dois a quatro integrantes. Das equipes, cinco (71%) eram formadas exclusivamente por alunos de graduação, uma equipe composta por alunos de pós-graduação e outra com alunos tanto de graduação quanto de pós-graduação. Dessas equipes, cinco não trabalharam o planejamento de V&V, mas sim outro tipo de planejamento. Por exemplo, uma equipe fez o *Planejamento de Projeto* descrevendo atividades de outras etapas de desenvolvimento, e as outras quatro equipes trabalharam no *Planejamento de Teste*, não descrevendo nenhuma atividade com o foco em Verificação (e.g., Inspeção ou Análise Estática de Código). Vale ressaltar que uma equipe de graduação e uma de pós trabalhou o planejamento de

V&V, sendo que a equipe da pós apresentou mais atividades inerentes à Verificação. Observou-se que algumas equipes não definiram os artefatos de saída das atividades bem como não mapearam os recursos (humanos, HW e SW) com as atividades planejadas.

No que diz respeito aos pontos fortes, algumas equipes planejaram testes de Requisitos Não Funcionais (RNF), tais como Segurança e Usabilidade. Também, observou-se que algumas equipes definiram pré-requisitos, i.e artefatos de entrada, para a realização de algumas atividades de V&V, tais como matriz de rastreabilidade e especificação de requisitos para a especificação dos testes funcionais.

A prática 02 na UFC valia 400XP, nenhuma das sete equipes atingiu a nota máxima, esta seria atribuída caso as equipes atendessem todos os critérios da atividade. Porém, seis equipes obtiveram 350 XP, com exceção da equipe que fez *Planejamento do Projeto*, esta recebeu 100XP.

Na UECE, todas as nove equipes eram formadas por alunos de graduação. Cinco equipes (56%) só trabalharam no Planejamento de Testes, sem acrescentar nenhum outro tipo diferente de atividade de V&V. Neste contexto, destaca-se que boa parte dos trabalhos abordou diferentes tipos de testes (e.g., funcionalidade, desempenho, aceitação, dentre outros). Além disso, observou-se que as demais quatro equipes (44%) mencionaram outras atividades como inspeção ou revisão de artefatos, mesclando-as com atividades de testes. Com

relação aos artefatos definidos, ressalta-se a indicação dos alunos de: logs, relatório de análise de riscos e relatório de testes.

A prática 02 na UECE também valia 400XP, duas (22%) equipes atingiram a nota máxima, pois elas atenderam todos os critérios da atividade. Além disso, outras duas (22%) equipes obtiveram 350 XP, duas (22%) conseguiram 300 XP, e as outras três (34%) equipes ficaram com 200 XP.

5 DISCUSSÃO

As práticas foram conduzidas em três disciplinas, duas para alunos de graduação e uma para alunos de pós-graduação. Na UFC, as turmas de graduação e pós-graduação eram agrupadas nos semestres de 2022.2 e 2023.2. Por outro lado, na UECE foi realizada apenas a prática 02 com alunos de graduação e no semestre 2023.2. A Prática 01 foi realizada individualmente ao passo que a prática 02 foi feita em grupo. As disciplinas são optativa com carga horária de 64 horas e são teórico-práticas. Contudo, ambas as disciplinas trabalham tópicos relacionados aos conceitos abordados na dinâmica.

Por meio da aplicação das práticas 01 e 02, identificou-se algumas lições aprendidas (LA) que são apresentadas na próxima seção.

5.1 Lições Aprendidas

Os alunos da UFC que participaram da prática 02, planejamento de V&V, mencionaram lições aprendidas da prática. Estas foram agrupadas e são discutidas a seguir.

LA1 - O tempo é fundamental para o planejamento

As duas práticas foram executadas de forma presencial em uma aula com duração de 2 horas. Sobre o planejamento, os alunos mencionaram bastante o tempo como LA, eles puderam perceber que o planejamento de V&V demanda tempo e deve ser feito com antecedência em um projeto. Um aluno mencionou “*Que planejamento não deve ser feito em cima da hora, tempo para um planejamento é ouro. Mas que nada é impossível desde que se tenha organização.*”, outro aluno disse “*O tempo é nosso melhor amigo.*”.

LA2- A necessidade de preparação para a prática

Uma lição aprendida citada por dois alunos foi que deveriam ter estudado o material com antecedência para a realização da prática. Além disso, um aluno mencionou que gostaria de saber como a prática seria conduzida antes da sua execução para se preparar melhor. Vale ressaltar que para a prática 02 foram ministradas duas aulas teóricas e com a apresentação de vários exemplos de processo, porém, o professor observou que a maioria dos alunos não havia consultado o material indicado por ele. Um aluno, no grupo da disciplina da UFC, apenas perguntou sobre o que deveria ser estudado algumas horas antes de iniciar a prática.

Uma melhoria para a elaboração da prática seria solicitar aos alunos para pesquisarem alguns artefatos com antecedência discutindo entre eles. Na UECE, o professor pediu, antes da prática, aos alunos para pesquisarem uma atividade de V&V mencionando também um artefato ou ferramenta de V&V, após isso, eles apresentavam no fórum da disciplina. No caso de repetição da atividade ou artefato ou ferramenta, o aluno deve indicar mais informações sobre o que foi descrito

LA3- Todos concluíram o planejamento sem nunca tê-lo feito antes

Na prática 02, os alunos comentaram na apresentação que no início da prática, eles não tinham ideia de como elaborar o planejamento das atividades, mas que, ao final conseguiram fazê-lo. Essa dificuldade foi evidente na primeira atividade “Definir Cronograma” da prática 02 conforme ilustrado na Tabela 2 (ver Seção 4.2). Nesta atividade, os alunos dedicaram uma quantidade considerável de esforço. No início da prática, os alunos pareciam ‘perdidos’ em relação ao que fazer, mas após as discussões e os direcionamentos, eles começaram a trabalhar e focar na atividade. Observou-se que durante a prática os alunos discutiram bastante entre eles, além de interagirem com o professor e assistente para esclarecimento de dúvidas.

LA4 - Tudo começa no planejamento

Os alunos destacaram com frequência que o planejamento é o ponto inicial para as atividades de teste. Também citaram a importância do planejamento ser feito com calma e, que sem definição dos artefatos, o processo se torna mais difícil. Um aluno comentou que “*para fazer o planejamento não é necessário entender 100% dos fluxos do projeto já que o levantamento de casos de testes é uma etapa do trabalho de V&V e não no planejamento*”, por outro lado, outro aluno mencionou que “*É complexo planejar as atividades de uma equipe de verificação e validação.*”

LA5 - A importância da terminologia e dos conceitos

Durante a prática, os alunos observaram que alguns conceitos já internalizados por eles, não eram o mais adequado. Por exemplo, alguns alunos confundiram teste de usabilidade com avaliação de usabilidade, ou ainda com teste de aceitação e/ou homologação. Também, alguns alunos não tinham o entendimento claro da diferença entre alguns tipos de teste, tais como testes unitários, funcionais e de integração. Um aluno mencionou “*A terminologia é muito mais importante do que eu havia assumido, coisas que eu achei que eram sinônimos não eram.*”

Observou-se que alguns dos alunos não sabiam naquele momento o nome correto das atividades de V&V, mas isso não os impediu de descreverem da melhor forma. Por exemplo, na UECE, uma das equipes usou o termo “teste de validação interna” e “teste de validação do usuário”, quando o correto seria testes unitários e testes de aceitação. Já na UFC, os alunos mencionaram “teste com os usuários” em vez de “teste de usabilidade”.

LA6- A importância da aplicação da teoria

Muitos alunos já haviam mencionado, quando foram indagados sobre o que mais gostaram nas práticas, que a vivência proporcionada pela prática foi o que mais tinham gostado. Como lição aprendida, pode-se citar que é fundamental, à medida que são aprendidos os conceitos teóricos, elaborar atividades práticas para promover a compreensão dos tópicos trabalhados. Um aluno mencionou “*Foi ótimo para finalmente aplicar os conceitos teóricos na prática*” e outro aluno disse “*Bom aprendizado sobre planejamento e organização em relação a processos envolvidos nos testes de forma geral.*”

Com base na nossa experiência [16], pode-se dizer que o ideal seria dividir os pontos de ementa de uma disciplina em módulos e, então, para cada módulo definir as atividades práticas, estas alinhadas com o conteúdo teórico abordado. Além disso, as práticas deveriam ser trabalhadas tanto de forma individual quanto em grupo, além de serem gamificadas para promover o engajamento dos alunos e melhorar a experiência de aprendizado. Vale ressaltar

que os jogos educativos voltados para o tópico abordado têm sido bastante utilizados com sucesso para esta finalidade, proporcionando uma experiência imersiva e envolvente, além de positiva no ensino e aprendizado dos alunos [17].

LA7 - Feedback da prática

Fornecer um fechamento da atividade prática é fundamental para consolidar os conhecimentos adquiridos. É nesse momento que os alunos esclarecem as dúvidas remanescentes e apontam o que de fato aprenderam na prática. Também, neste momento, o professor consegue identificar o que funcionou e o que não foi adequado. Nas práticas realizadas nas disciplinas da UFC e da UECE, sempre foi fornecido um feedback aos alunos com um resumo na forma de apresentação explicando a correção das atividades bem como destacando os pontos fortes, de melhoria e algumas lições aprendidas da prática. Cada aluno ou equipe recebeu o feedback da prática de forma detalhada. Um aluno mencionou “Após a revisão da dinâmica, podemos visualizar a real importância do plano de teste!”.

5.2 Limitações

Na condução das práticas algumas limitações foram identificadas e são discutidas a seguir.

Os professores optaram por usar materiais físicos com o objetivo de estimular os participantes a pensarem qual metodologia eles usariam e como eles poderiam organizar com o material que havia sido disponibilizado. Durante a condução da prática não foram apresentados previamente modelos ou exemplos de plano de V&V preenchidos, cronogramas e artefatos. Alguns participantes apresentam dúvidas e acredita-se que por não terem sido apresentados exemplos práticos isso gerou no início uma limitação nos participantes em termos de interpretação do propósito da prática.

Outra limitação foi relacionada ao feedback da prática, pois nem sempre era possível o feedback na aula seguinte a prática uma vez que a correção demandava tempo e uma análise detalhada do professor. Com isso, dependendo do tamanho da turma, fica inviável este feedback ser logo na aula seguinte. Para minimizar esse impacto, nas práticas realizadas nas disciplinas da UFC e da UECE, foi fornecido um feedback detalhado para os alunos. Primeiramente, era apresentado um fechamento geral em grupo na forma de apresentação, na qual o professor destacava os pontos de correção da prática. Em seguida, cada aluno ou grupo recebia a correção e a pontuação obtida da prática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iniciativa relatada neste artigo teve o propósito de levar uma dinâmica de planejamento para criação do plano de teste com base nos conhecimentos adquiridos na disciplina de verificação e validação.

A partir dos resultados coletados, pode-se dizer que a dinâmica permitiu que os alunos simulassem um ambiente real prático de planejamento com base nos conteúdos abordados em sala de aula anteriormente. Ressalte-se aqui que as dificuldades encontradas, relacionadas em sua maioria a interpretação do propósito da prática, contribuem para o refinamento de novas possibilidades para reestruturação e condução da dinâmica. Como as equipes foram formadas pelos próprios alunos participantes, o ambiente formado os deixou mais à vontade para participar e interagir entre eles. Os materiais

entregues para criação do plano de teste possibilitaram uma maior interação entre os integrantes da equipe.

Com este relato de experiência, almeja-se contribuir para o incentivo do uso de dinâmicas no âmbito de ensino na área da computação. A teoria é essencial para a formação dos alunos, mas a prática tem muito a contribuir, permitindo aos alunos uma experiência do ambiente real ligado ao mercado, uma junção entre teoria e prática.

Como trabalhos futuros pretende-se realizar alguns ajustes na dinâmica de modo a trazer modelos de planos de teste preenchidos para que os alunos usem como base para o seu planejamento. Também é previsto aplicar novamente a dinâmica já que a mesma trata-se de uma dinâmica flexível que pode ser reproduzida em projetos, novos estudos de caso e em outras turmas dos cursos de Computação e de outras universidades.

REFERÊNCIAS

- [1] Glenford J Myers, Tom Badgett, Todd M Thomas, and Corey Sandler. *The art of software testing*, volume 2. Wiley Online Library, 2004.
- [2] Marco Tulio Valente. *Engenharia de Software Moderna: Princípios e Práticas para Desenvolvimento de Software com Produtividade*. Editora: Independente, 2020.
- [3] Marcio Delamaro, Mario Jino, and Jose Maldonado. *Introdução ao teste de software*. Elsevier Brasil, 2013.
- [4] Pedro Valle, Ellen Francine Barbosa, and José Maldonado. Um mapeamento sistemático sobre ensino de teste de software. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 71, 2015.
- [5] Christiane Gresse Von Wangenheim and Djoní Antonio Silva. Qual conhecimento de engenharia de software é importante para um profissional de software. *Proceedings of the Fórum de Educação em Engenharia de Software*, 2:1–8, 2009.
- [6] Antonio Carlos Silva et al. Jogo educacional para apoiar o ensino de técnicas para elaboração de testes de unidade. 2010.
- [7] Virginia Farias, Carla Moreira, Emanuel Coutinho, and Ismayle S Santos. itest learning: Um jogo para o ensino do planejamento de testes de software. *Anais do V Fórum de Educação em Engenharia de Software- FEES*, pages 1–8, 2012.
- [8] Pedro Henrique Dias Valle. *Jogos educacionais: uma contribuição para o ensino de teste de software*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2016.
- [9] Leo Natan Paschoal, Myke M Oliveira, Silvana M Melo, Ellen F Barbosa, and Simone RS Souza. Evaluating the impact of software testing education through the flipped classroom model in deriving test requirements. In *Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on Software Engineering*, pages 570–579, 2020.
- [10] Leo Natan Paschoal, Brauner RN Oliveira, Elisa Yumi Nakagawa, and Simone RS Souza. Can we use the flipped classroom model to teach black-box testing to computer students? In *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Software Quality*, pages 158–167, 2019.
- [11] Sushil Acharya, Priyadarshan Manohar, Peter Wu, and Walter Schilling. Using academia-industry partnerships to enhance software verification & validation education via active learning tools. *Journal of Education and Learning*, 6(2):69–84, 2017.
- [12] Thiago A Beppe, Ítalo Linhares de Araújo, Bruno Sabóia Aragão, Ismayle de Sousa Santos, Davi Ximenes, and Rossana M Castro Andrade. Greatest: A card game to motivate the software testing learning. In *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering*, pages 298–307, 2018.
- [13] Gabriel Gonçalves Moreira, Sheila Reinehr, Andreia Malucelli, and Frederick Van Amstel. Protesters: a board game for teaching the testing process. In *Proceedings of the XXI Brazilian Symposium on Software Quality*, pages 1–9, 2022.
- [14] Ricardo Cristalli Trayahú Moreira Aderson Bastos, Emerson Rios. *Base De Conhecimento Em Teste De Software*. WMF Martins Fontes, 2007.
- [15] Rossana Maria de Castro Andrade, Ismayle de Sousa Santos, Valéria Lelli, Kátia Marçal de Oliveira, and Ana Regina Rocha. Software testing process in a test factory - from ad hoc activities to an organizational standard. In *Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems - Volume 2: ICEIS*, pages 132–143. INSTICC, SciTePress, 2017.
- [16] Valéria Lelli, Rossana M. C. Andrade, Lavinia M. Freitas, Rubens A. S. Silva, Francisco Gutenberg S. Filho, Renata Faria Gomes, and Jan Sousa de Oliveira Severo. Gamification in remote teaching of se courses: Experience report. In *Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on Software Engineering, SBES '20*, page 844–853, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [17] Gordon Fraser. Gamification on software testing. *IEEE/ACM 12th International Workshop on Automation of Software Testing (AST)*, pages 71–80, 2017.