

SpaceTesters: Um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Testes de Software de Caixa Preta

SpaceTesters: A Board Game for Teaching Black-Box Software Testing

Gabriel Afonso Pantoja da Silva¹, Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira¹, Isaac Souza Elgrably²

¹Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGCOMP)
Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil

²CESUPA - Centro de Ensino Superior do Pará
Belém – PA – Brasil

bielbj@gmail.com, srbo@ufpa.br, isaacelgrably@hotmail.com

Abstract. Introduction: Teaching software testing can be challenging due to student demotivation and difficulty in understanding and applying testing techniques in practice. Against this backdrop, gamification-based approaches have emerged as an alternative to promote greater engagement and active learning. **Objective:** This paper introduces *SpaceTesters*, a gamified board game designed to facilitate the teaching of black-box software testing. **Methodology:** The proposal was based on a systematic literature review of gamification in software testing education. The results of this review guided the definition of the game's mechanics, elements and structure. The game covers formal techniques such as equivalence partitioning, boundary value analysis, decision tables, and state transition. Evaluation was carried out through a case study with Computer Science students, using observation and SWOT analysis. **Results:** The results indicate that the game contributed to participant engagement and aided understanding and application of testing techniques, despite initial difficulties.

Keywords Software testing, Gamification, Board games, Computing education, Black-box testing.

Resumo. Introdução: O ensino de testes de software enfrenta desafios relacionados à desmotivação dos estudantes e à dificuldade na compreensão e aplicação prática das técnicas de teste. Nesse contexto, abordagens baseadas em gamificação têm sido exploradas como alternativas para promover maior engajamento e aprendizagem ativa. **Objetivo:** Este trabalho apresenta o *SpaceTesters*, um jogo de tabuleiro gamificado desenvolvido para apoiar o ensino de testes de software de caixa preta. **Metodologia:** A proposta foi fundamentada em uma Revisão Sistemática da Literatura sobre gamificação no ensino de testes de software, cujos resultados orientaram a definição das mecânicas, elementos e estrutura do jogo. O jogo aborda técnicas formais como Partição de Equivalência, Análise de Valor Limite, Tabelas de Decisão e Transição de Estados. A avaliação foi realizada por meio de um estudo de caso com estudantes da área de Computação, utilizando observação e análise SWOT. **Resultados:** Os resultados indicam que o jogo contribuiu para o engajamento

dos participantes e auxiliou na compreensão e aplicação das técnicas de teste, mesmo diante de dificuldades iniciais.

Palavras-Chave *Testes de software, Gamificação, Jogos de tabuleiro, Ensino de computação, Testes de caixa preta.*

1. Introdução

O ensino de testes de software desempenha um papel fundamental na formação de profissionais capazes de desenvolver sistemas confiáveis e de qualidade. No entanto, essa área ainda enfrenta desafios significativos no contexto educacional, especialmente no que se refere à desmotivação dos estudantes e à dificuldade na compreensão e aplicação prática das técnicas de teste [Garousi et al. 2020]. Essas dificuldades são frequentemente agravadas pelo uso de abordagens tradicionais de ensino, que tendem a priorizar a exposição teórica em detrimento da prática e da participação ativa dos alunos [Severo e Lelli 2023].

Dessa forma, segundo [Prince 2004], metodologias ativas, como a gamificação, têm se destacado como alternativas promissoras para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e engajador. A gamificação consiste na aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, com o objetivo de aumentar a motivação e o envolvimento dos participantes [Kapp 2012]. No contexto educacional, essa abordagem tem sido utilizada para estimular a participação dos estudantes, favorecer a aprendizagem ativa e promover uma maior retenção de conhecimento [Hamari et al. 2014].

No contexto do ensino de testes de software, a gamificação ainda se apresenta como uma área em desenvolvimento, com lacunas relacionadas à definição de abordagens estruturadas e à validação de sua eficácia [Severo e Lelli 2023]. Diante disso, torna-se relevante investigar como elementos de jogos podem ser aplicados de forma sistemática para apoiar o ensino dessa disciplina.

Assim, este trabalho apresenta o *SpaceTesters*, um jogo de tabuleiro desenvolvido com o objetivo de apoiar o ensino de testes de software de caixa preta. A proposta foi fundamentada em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), executada previamente pelos autores, cujos resultados estão em [Pantoja et al. 2025] que orientou a definição das mecânicas, elementos e estrutura do jogo. O jogo aborda técnicas formais de testes de caixa preta, buscando promover a compreensão e a aplicação prática desses conceitos.

A avaliação da proposta foi realizada por meio de um estudo de caso com estudantes da área de Computação, com o objetivo de analisar aspectos relacionados ao engajamento dos participantes e à compreensão dos conceitos abordados. Os resultados obtidos indicam que o jogo contribuiu para tornar o processo de aprendizagem mais interativo, além de auxiliar na assimilação das técnicas de teste propostas.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentada a fundamentação teórica; na Seção 3 são discutidos alguns trabalhos relacionados; na Seção 4 é descrito o jogo *SpaceTesters*; na Seção 5 é apresentada a avaliação da aplicação do jogo; e, por fim, na Seção 6 são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Fundamentação teórica

O teste de software é uma atividade essencial no processo de desenvolvimento de sistemas, tendo como principal objetivo identificar defeitos e garantir que o software

atenda aos requisitos especificados. Essa prática está diretamente relacionada à qualidade do produto, sendo fundamental para reduzir falhas e aumentar a confiabilidade do sistema [Pressman e Maxim 2015, Myers et al. 2004].

Dentre as abordagens de teste, destacam-se os testes de caixa preta, nos quais a validação do sistema é realizada com base nas entradas e saídas, sem considerar sua estrutura interna. Essa abordagem é amplamente utilizada por permitir a verificação do comportamento do sistema a partir da perspectiva do usuário [Myers et al. 2004].

As técnicas de teste de caixa preta são utilizadas para derivar casos de teste a partir dos requisitos do sistema. Entre as principais técnicas abordadas neste trabalho estão a Partição de Equivalência, a Análise de Valor Limite, as Tabelas de Decisão e a Transição de Estados. Essas técnicas permitem organizar os dados de entrada e reduzir o número de casos de teste necessários, mantendo uma cobertura adequada e aumentando a eficácia na detecção de falhas [Pressman e Maxim 2015, Myers et al. 2004].

No contexto educacional, o ensino de testes de software apresenta desafios relacionados à dificuldade dos estudantes em compreender e aplicar, na prática, os conceitos e as técnicas abordados. Abordagens tradicionais de ensino, baseadas na exposição teórica, podem limitar o desenvolvimento de habilidades práticas essenciais, como a criação de casos de teste e a análise de cenários [Garousi et al. 2020].

Diante desses desafios, o uso de metodologias ativas tem sido apontada como uma alternativa para promover maior engajamento e participação dos estudantes no processo de aprendizagem [Garousi et al. 2020]. Nesse contexto, a gamificação surge como uma abordagem que utiliza elementos de jogos em contextos não lúdicos, com o objetivo de aumentar a motivação e o envolvimento dos participantes [Deterding et al. 2011].

Além disso, os jogos de tabuleiro têm sido explorados como ferramentas educacionais, por proporcionarem um ambiente interativo no qual os participantes são incentivados a tomar decisões, resolver problemas e colaborar entre si [Woods 2012]. Essas características favorecem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais, além de contribuírem para o engajamento dos estudantes durante o processo de aprendizagem [Coser 2025].

3. Trabalhos Relacionados

Diversos trabalhos têm explorado o uso de jogos no ensino de testes de software. Um exemplo é o Code Defenders [Rojas e Fraser 2016], um jogo digital no qual os participantes assumem papéis de desenvolvedores e testadores, criando casos de teste e mutações no código. A proposta demonstra potencial para aumentar o engajamento dos estudantes e apoiar a aprendizagem de conceitos relacionados a testes de software.

Outro exemplo é o Testing Maze [Severo e Lelli 2023], um jogo educacional voltado ao ensino de testes funcionais por meio da resolução de desafios em um ambiente interativo. O jogo busca apoiar a compreensão de conceitos de teste ao inserir o aluno em situações práticas, incentivando a tomada de decisão durante a execução das atividades.

Apesar dos resultados promissores, essas abordagens focam majoritariamente em ambientes digitais e, em geral, não integram múltiplas técnicas formais de teste de caixa preta em uma única proposta. Nesse contexto, este trabalho propõe um jogo de tabuleiro que busca integrar diferentes técnicas de teste em uma abordagem estruturada e aplicada.

4. O jogo

A concepção do *SpaceTesters* foi fundamentada nos resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura [Pantoja et al. 2025] realizada previamente, que analisou o estado da arte do uso da gamificação no ensino de testes de software. Os achados da RSL revelaram uma carência de abordagens voltadas especificamente para o ensino de técnicas de caixa preta e uma predominância de ferramentas puramente digitais, muitas vezes focadas em testes unitários. Além disso, a literatura apontou que a falta de engajamento dos alunos está frequentemente ligada à abstração excessiva dos conceitos teóricos.

Com base nessas evidências, o *SpaceTesters* foi projetado como um jogo físico (tabuleiro e cartas) para promover uma experiência tátil e colaborativa, fugindo do ambiente digital convencional. Elementos de jogos identificados como eficazes na RSL foram integrados ao *design*, como narrativa imersiva, *feedback* imediato e progressão por níveis. A temática de exploração espacial e o sistema de pontuação foram adotados para materializar conceitos abstratos de Partição de Equivalência e Tabela de Decisão, transformando a resolução de casos de teste em uma missão crítica para a sobrevivência de uma nave.

O *SpaceTesters* é um jogo educacional analógico desenvolvido com o objetivo de apoiar o ensino e a aprendizagem de testes de software, com foco nas técnicas de teste de caixa preta. O jogo foi concebido como uma ferramenta de aprendizagem ativa, promovendo o raciocínio analítico e a aplicação prática de conceitos relacionados à construção e interpretação de casos de teste. Voltado, principalmente, para estudantes da área de Computação, o jogo permite que os participantes compreendam, de forma lúdica, como identificar comportamentos esperados e inesperados em sistemas de software, bem como planejar estratégias de teste adequadas. O jogo pode ser utilizado em ambientes educacionais, como salas de aula e laboratórios, com suporte de um professor ou facilitador, cujo manual para jogadores e aplicadores pode ser obtido em: <https://zenodo.org/records/19718274>.

A proposta do jogo baseia-se em uma experiência flexível, podendo ser conduzida de forma individual, competitiva ou cooperativa. Em sua versão atual, o *SpaceTesters* é um jogo físico composto por tabuleiro modular e cartas, com duração média de aproximadamente 45 minutos por partida, suportando até quatro jogadores ou equipes simultaneamente.

Do ponto de vista educacional, o jogo tem como objetivo introduzir e reforçar o uso de técnicas formais de teste de caixa preta, incluindo Partição de Equivalência, Análise de Valor Limite, Tabelas de Decisão e Transição de Estados. Além disso, busca desenvolver a capacidade dos estudantes de analisar requisitos, construir casos de teste e interpretar o comportamento de sistemas.

A narrativa do jogo é ambientada em uma nave espacial, na qual os participantes assumem o papel de engenheiros responsáveis por restaurar sistemas com falhas. Cada sala da nave representa um módulo de software com requisitos que devem ser analisados e testados. A progressão no jogo está diretamente associada à execução das atividades de teste, conectando a evolução narrativa ao aprendizado.

4.1. Papéis Envolvidos e Instrumentos Utilizados

No *SpaceTesters*, os participantes assumem o papel de testadores responsáveis por analisar e validar o funcionamento dos sistemas de uma nave espacial. A atividade pode ser conduzida individualmente ou em equipes, permitindo diferentes dinâmicas de interação, desde abordagens mais colaborativas até cenários competitivos.

Além dos jogadores, a presença de um facilitador é recomendada, especialmente em contextos educacionais. Esse facilitador, geralmente um professor ou assistente de sala, não apenas explica as regras no início da atividade, mas também acompanha a partida ao longo de sua execução, auxiliando na interpretação dos requisitos e na aplicação das técnicas de teste. Em diversos momentos, sua atuação é essencial para esclarecer dúvidas e garantir que as decisões tomadas pelos participantes estejam alinhadas com os conceitos trabalhados.

A estrutura do jogo é baseada em um conjunto de elementos físicos que representam, de forma concreta, os componentes envolvidos no processo de teste. O tabuleiro modular simula a nave espacial e é organizado em salas interconectadas. Cada sala corresponde a um módulo de software e apresenta um problema específico, descrito por meio de requisitos que orientam as ações dos jogadores ao longo da partida.

As cartas constituem o principal meio de interação. Entre elas, as cartas de módulo, como pode ser visto na Figura 1, desempenham um papel central, pois definem o contexto de cada desafio. Cada uma dessas cartas possui quatro requisitos que descrevem o comportamento esperado do sistema, funcionando como o ponto de partida para a construção dos casos de teste.

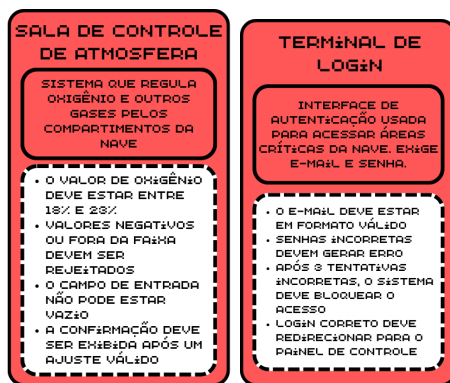


Figura 1. Exemplos de Cartas Módulo

Outros tipos de carta complementam essa estrutura, vistas na Figura 2. As cartas de técnica indicam a abordagem de teste a ser utilizada, enquanto as cartas de entrada de dados e resultado esperado permitem representar, respectivamente, os valores fornecidos ao sistema e os comportamentos que devem ser observados. Em níveis mais avançados, entram em cena as cartas de estado, que possibilitam representar diferentes condições do sistema ao longo de sua execução. Algumas cartas tem espaços em branco onde o jogador pode preencher, com o valor ou alguma informação referente a carta.

Nos níveis finais do jogo, a atividade torna-se mais estruturada. Nesse momento, os jogadores passam a utilizar tabelas de decisão e tabelas de transição de estados para

organizar as informações dos requisitos. Essas representações exigem maior cuidado na organização lógica dos dados e aproximam a experiência do jogo de práticas utilizadas no contexto profissional de testes de software.

Por questões de limitação de espaço, não conseguiremos exibir todas as imagens dos instrumentos usados no jogo. Desta forma, uma melhor apresentação gráfica do tabuleiro, das cartas e das tabelas estruturadas usadas no nível 3 podem ser vistas no Documento de Regras do jogo, disponível em: <https://zenodo.org/records/19718274>.



Figura 2. Exemplos de Cartas de Técnica, Entrada de Dados, Resultado Esperado e Estado

4.2. Mecânicas

A mecânica central do *SpaceTesters* baseia-se na resolução de desafios de teste de software por meio da criação, interpretação e validação de casos de teste. Para isso, os jogadores interagem com as diferentes cartas que representam os elementos fundamentais de um caso de teste, combinando de forma estruturada para simular situações reais de validação de software.

O fluxo do jogo é guiado pelas cartas de módulo, que representam as salas da nave espacial e funcionam como unidades de desafio. Cada carta de módulo descreve um sistema específico e apresenta um conjunto de quatro requisitos, como mostrado na figura 1, que devem ser analisados pelos jogadores. Esses requisitos definem o comportamento esperado do sistema e servem como base para todas as atividades realizadas naquela sala. Ao entrar em uma nova sala do tabuleiro, os jogadores recebem a carta de módulo correspondente e devem interpretar suas regras para conduzir as ações de teste.

A partir dos requisitos apresentados, os jogadores utilizam cartas de técnica, entrada de dados, resultado esperado e, quando necessário, cartas de estado, para construir ou analisar casos de teste. Essa combinação de cartas permite representar explicitamente os elementos que compõem um teste, incluindo as condições de entrada, o comportamento esperado e a abordagem utilizada para sua derivação.

A mecânica do jogo varia de acordo com o nível em que o jogador encontra-se, mas mantém como princípio central a relação entre requisitos e casos de teste.

No nível 1, os jogadores devem interpretar casos de teste já estruturados, identificando a qual módulo ou cenário eles pertencem. Essa atividade estimula a leitura

e compreensão de testes, além da identificação de padrões e relações entre entradas e saídas.

No nível 2, a mecânica passa a exigir a criação de casos de teste a partir dos requisitos definidos na carta de módulo. Os jogadores devem selecionar e combinar cartas de forma coerente, garantindo que os testes construídos estejam alinhados com o comportamento descrito. Nesse contexto, a aplicação correta das técnicas de teste de caixa preta torna-se essencial para a construção de cenários relevantes e eficazes.

No nível 3, a mecânica evolui para a modelagem formal do sistema. Os jogadores devem organizar as informações dos requisitos utilizando tabelas de decisão ou tabelas de transição de estados, representando de forma estruturada as condições, ações e possíveis estados do sistema. A partir dessas representações, são então derivados novos casos de teste, consolidando a compreensão das técnicas e sua aplicação prática. Os níveis serão explicados de mais detalhadamente na Seção 4.4.

A progressão no jogo ocorre à medida que os jogadores resolvem os desafios propostos em cada sala e avançam pelo tabuleiro. A pontuação está associada à qualidade das soluções apresentadas, considerando critérios como correção, coerência e abrangência dos casos de teste. Níveis mais avançados oferecem maior pontuação, mas exigem maior precisão e organização das informações.

De forma geral, as mecânicas do *SpaceTesters* foram projetadas para transformar o processo de criação e análise de casos de teste em uma atividade interativa e prática. Ao manipular os diferentes elementos do jogo, os participantes são incentivados a aplicar conceitos teóricos em situações concretas, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, da análise de requisitos e da compreensão das técnicas de teste de software.

4.3. Fluxo do Jogo

O fluxo do *SpaceTesters* organiza a sequência de ações realizadas pelos jogadores ao longo da partida, desde a entrada em uma nova sala até a resolução do desafio proposto. Esse fluxo foi projetado para guiar os participantes na aplicação das técnicas de teste de software de forma estruturada e progressiva.

A partida ocorre sobre o tabuleiro modular que representa a nave espacial, sendo composta por uma sequência de salas interconectadas. Cada sala corresponde a um módulo de software e está associada a uma carta de módulo, que define o contexto do desafio. Ao avançar para uma nova sala, os jogadores recebem a carta correspondente e devem analisar os requisitos apresentados, que descrevem o comportamento esperado do sistema.

Após a leitura da carta de módulo, os jogadores iniciam a fase de análise, na qual interpretam os requisitos e identificam possíveis cenários de teste. Essa etapa é fundamental para compreender o problema proposto e orientar as decisões subsequentes. Dependendo do nível da sala, os participantes podem receber casos de teste previamente definidos ou serem responsáveis por construí-los.

Na etapa de interpretação ou construção, referentes aos níveis 1 e 2, os jogadores utilizam as cartas disponíveis para representar os casos de teste. No caso da criação, os participantes devem selecionar e combinar essas cartas de forma coerente com os requisitos do módulo. Já na interpretação, devem analisar as combinações apresentadas e

relacioná-las ao cenário correspondente.

No nível 3, os jogadores organizam informações por meio de tabelas de decisão ou tabelas de transição de estados, estruturando formalmente o comportamento do sistema antes de derivar os casos de teste. Essa etapa exige maior nível de abstração e sistematização das informações.

Em todos os níveis, após a elaboração ou análise dos casos de teste, ocorre a etapa de validação. Nessa fase, as soluções dos jogadores são verificadas, podendo contar com o apoio de um facilitador, que avalia a coerência e a correção dos testes em relação aos requisitos apresentados. A validação também pode envolver discussão entre os participantes, promovendo reflexão e troca de conhecimento. Com base na validação, os jogadores recebem pontuação conforme a qualidade das soluções apresentadas. Critérios como correção, consistência e abrangência dos testes podem ser considerados nesse processo. Em seguida, os jogadores avançam no tabuleiro para a próxima sala, dando continuidade à partida.

O fluxo de análise do módulo, construção ou interpretação dos casos de teste, validação e progressão repete-se ao longo do jogo, permitindo que os participantes pratiquem continuamente as habilidades relacionadas ao teste de software em diferentes níveis de complexidade.

4.4. Fases

O *SpaceTesters* é estruturado em níveis progressivos que organizam a experiência de aprendizagem de forma gradual, permitindo que os participantes desenvolvam habilidades relacionadas ao teste de software em diferentes níveis de complexidade. Essa progressão foi projetada para conduzir os jogadores desde a interpretação de casos de teste até a aplicação e modelagem formal das técnicas.

No **Nível 1 – Reconhecimento de Cenário**, os jogadores recebem casos de teste, previamente, construídos, compostos por combinações de cartas. A partir desses elementos, eles devem identificar a qual módulo da nave o caso de teste está associado. Esse nível tem como principal objetivo desenvolver a habilidade de interpretação de casos de teste e a compreensão da relação entre entradas, saídas e requisitos, sendo caracterizado como uma etapa introdutória.

No **Nível 2 – Criação de Casos de Teste**, os jogadores passam a construir seus próprios casos de teste a partir das cartas de módulo. Para isso, utilizam cartas de técnica, entrada de dados e resultado esperado, combinando esses elementos de forma coerente com os requisitos apresentados. Esse nível enfatiza a aplicação prática das técnicas de teste de caixa preta, especialmente, Partição de Equivalência e Análise de Valor Limite, além de incentivar a análise crítica dos cenários propostos.

No **Nível 3 – Modelagem Formal**, os jogadores devem representar o comportamento dos módulos de forma estruturada, utilizando Tabelas de Decisão ou Tabelas de Transição de Estados. Nesse nível, é necessário organizar condições, ações e estados de maneira lógica, construindo uma representação formal do sistema. A partir dessas estruturas, os participantes devem derivar casos de teste, consolidando o entendimento das técnicas e sua aplicação em contextos mais complexos.

Durante a partida, os níveis são distribuídos ao longo do tabuleiro, sendo comum

que os jogadores enfrentem múltiplas salas dos níveis iniciais e intermediários antes de avançar para desafios mais complexos. Essa organização permite uma evolução gradual das habilidades, reduzindo a sobrecarga cognitiva e favorecendo a assimilação progressiva dos conceitos.

A estrutura em fases do *SpaceTesters* foi projetada para alinhar a progressão do jogo com os objetivos educacionais, promovendo uma transição do aprendizado conceitual para a aplicação prática e, posteriormente, para a modelagem formal dos testes de software.

O documento completo de regras do jogo *SpaceTesters*, contendo descrições detalhadas dos componentes, fluxo de jogo e sistema de pontuação, está disponível em <https://zenodo.org/records/19254411>.

5. Avaliação do Jogo

A avaliação do *SpaceTesters* foi conduzida por meio de um estudo de caso exploratório e qualitativo, com o objetivo de verificar o potencial educacional do jogo e sua aceitação entre estudantes de computação.

5.1. Procedimentos e Participantes

A aplicação ocorreu em duas sessões distintas, envolvendo alunos de graduação que possuíam conhecimentos teóricos básicos em Engenharia de Software, mas sem experiência prática aprofundada em testes. Cada sessão teve duração aproximada de uma hora e trinta minutos, iniciando com uma breve explicação narrativa e das mecânicas, seguida pela execução dos três níveis do jogo de forma individual, mas em um ambiente que permitia interações informais.

5.2. Resultados e Análise SWOT

Ao final das sessões, foi aplicada a técnica SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) para identificar as percepções dos participantes sobre a ferramenta. Os principais achados estão sintetizados abaixo:

Forças (Strengths): A acessibilidade foi um ponto de destaque, com os alunos relatando compreensão das atividades mesmo sem domínio prévio do tema. A ambientação narrativa e a interação física com as cartas foram apontadas como facilitadoras do raciocínio e do engajamento.

Fraquezas (Weaknesses): Identificou-se uma subjetividade excessiva no Nível 2 (construção de casos de teste) e dificuldades pontuais na diferenciação técnica entre Partição de Equivalência e Análise de Valor Limite. No Nível 3, o uso da Tabela de Decisão apresentou uma curva de aprendizado mais acentuada.

Oportunidades (Opportunities): Sugeriu-se a inclusão de lembretes teóricos e exemplos práticos no verso das cartas de técnica, além de uma maior estruturação dos níveis intermediários para guiar melhor os alunos iniciantes.

Ameaças (Threats): A principal preocupação residiu na necessidade de mediação constante do professor durante o primeiro contato com as regras, o que pode limitar a autonomia em turmas muito grandes.

5.3. Discussão

Os resultados indicam uma curva de aprendizado positiva: os alunos apresentaram rápida adaptação às mecânicas e demonstraram maior fluidez e segurança nos níveis finais. A comparação entre as sessões revelou que a experiência prévia do mediador na primeira aplicação ajudou a reduzir dúvidas técnicas na segunda, reforçando a importância de instruções claras para o sucesso da aprendizagem ativa. Em suma, o *SpaceTesters* cumpriu seu papel de tornar conceitos abstratos de teste de caixa preta mais concretos e engajadores.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou o *SpaceTesters*, um jogo de tabuleiro educacional desenvolvido com o objetivo de apoiar o ensino e a aprendizagem de testes de software, com foco nas técnicas de teste de caixa preta. A proposta foi motivada pelos desafios associados ao ensino dessa área, especialmente no que se refere à dificuldade dos estudantes em compreender e aplicar conceitos de forma prática.

O jogo foi concebido como uma ferramenta de aprendizagem ativa, estruturada a partir de uma abordagem gamificada que busca promover o engajamento dos participantes e incentivar a aplicação prática dos conteúdos. Sua concepção foi fundamentada em uma Revisão Sistemática da Literatura, que orientou a definição dos elementos do jogo, das mecânicas e da estrutura em níveis progressivos.

Entre as principais contribuições deste trabalho, destaca-se a proposta de um jogo educacional que integra múltiplas técnicas formais de teste de caixa preta em uma única experiência de aprendizagem. Além disso, o jogo foi projetado de forma a promover uma progressão pedagógica estruturada, permitindo que os estudantes avancem da interpretação de casos de teste para sua criação e, posteriormente, para a modelagem formal.

A avaliação realizada por meio de um estudo de caso indicou que o *SpaceTesters* contribuiu para o aumento do engajamento dos participantes e para a promoção de uma aprendizagem mais ativa e interativa. Os resultados também sugerem que o jogo auxilia na compreensão e aplicação das técnicas de teste, especialmente nas fases que envolvem a construção de casos de teste. Por outro lado, foram identificadas dificuldades nos níveis mais avançados, associadas à maior complexidade das atividades propostas, o que reforça a importância da mediação do professor durante a aplicação do jogo.

Como limitações, destaca-se que a avaliação foi conduzida em um contexto específico e com um número restrito de participantes, o que limita a generalização dos resultados. Além disso, a análise foi baseada, principalmente, em observações qualitativas, não incluindo medidas quantitativas de desempenho ou aprendizagem.

Como trabalhos futuros, ampliar a avaliação do jogo, incluindo a realização de estudos experimentais com diferentes perfis de estudantes e a aplicação de instrumentos quantitativos para análise de aprendizagem. Também se pretende evoluir o *SpaceTesters*, explorando novas mecânicas, variações de dificuldade e possíveis versões digitais, com o objetivo de ampliar seu alcance e potencial de aplicação em diferentes contextos educacionais.

Referências

- Coser, T. J. (2025). Jogos de tabuleiro como ferramenta pedagógica: Perspectivas e aplicações na educação brasileira. *Revista Belas Artes*, 49(3).
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., e Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *15th International Academic MindTrek Conference*, pages 9–15.
- Garousi, V., Felderer, M., e Mesa, D. A. (2020). Software testing education: A systematic literature mapping. *Journal of Systems and Software*, 165.
- Hamari, J., Koivisto, J., e Sarsa, H. (2014). Does gamification work? a literature review of empirical studies. *47th Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 3025–3034.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer, 1st edition.
- Myers, G. J., Sandler, C., e Badgett, T. (2004). *The Art of Software Testing*. Wiley, 2nd edition.
- Pantoja, G., Oliveira, S., e Elgrably, I. (2025). Ensino e aprendizagem de testes de software a partir do uso de jogos: Uma revisão sistemática da literatura. *XXXIII Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 36–48.
- Pressman, R. S. e Maxim, B. R. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill, 8th edition.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? a review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3):223–231.
- Rojas, J. M. e Fraser, G. (2016). Code defenders: A mutation testing game. *2016 IEEE Ninth International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW)*.
- Severo, J. e Lelli, V. (2023). Testing maze: An educational game for teaching functional testing. *SBES '23: XXXVII Brazilian Symposium on Software Engineering*, pages 407–415.
- Woods, S. (2012). *Eurogames: The Design, Culture and Play of Modern European Board Games*. McFarland Company.