

Gamificando Aulas Invertidas no Ensino de Engenharia de Requisitos: Um Relato de Experiência

Maria Elanne M. Rodrigues
elannemendes@alu.ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil

Gabriela Nayara Damazio
gabrielanayara@alu.ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil

Necio Veras
necio.veras@ifce.edu.br
Instituto Federal do Ceará
Tinguá, Ceará, Brasil

Anna Beatriz Marques
beatriz.marques@ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Russas, Ceará, Brasil

Windson Viana
windson@virtual.ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil

RESUMO

Diversas metodologias ativas vem sendo estudadas e aplicadas no ensino de Engenharia de Software com o propósito de tornar as aulas mais dinâmicas e engajadoras. Neste artigo, é relatada uma experiência de ensino que combina a metodologia de Sala de Aula Invertida (SAI) com técnicas de Gamificação. A abordagem envolveu a preparação de roteiros de estudo com elementos de gamificação, atividades práticas gamificadas em sala de aula, um sistema de recompensas que permitia a troca de pontos por benefícios nas avaliações da disciplina e *badges* de personalidades importantes da área de estudo. O relato descreve uma experiência de aplicação da abordagem em uma turma de Engenharia de Requisitos do ensino superior com 41 estudantes após a retomada das atividades presenciais. A experiência compreendeu 6 aulas durante 3 semanas. A percepção dos estudantes foi positiva em relação aos roteiros de estudo, formato da aula e impacto na aprendizagem. Em relação ao aprendizado, observou-se um impacto positivo em três dos quatro conteúdos aplicados com um nível de significância de 95%, atingindo um ganho médio de até 32.1% na nota dos alunos comparando pós e pré-testes.

CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → **Computing education**; • **Software and its engineering** → **Requirements analysis**.

PALAVRAS-CHAVE

flipped classes, gamification, requirements engineering, experience report

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Engenharia de Software (ES) visa fornecer uma base teórica para que os estudantes desenvolvam uma compreensão profunda dos conceitos e princípios fundamentais do processo de criação e manutenção de um software. No entanto, essa base teórica

deve ser combinada com atividades práticas que visem aprimorar habilidades e competências para resolver problemas do mundo real, resultando em software de qualidade. Diversos estudos já mostraram que, embora essencial, apenas o conhecimento teórico ministrado de forma expositiva não prepara o estudante de Computação para os percalços do mercado dinâmico de software [19][23][10]. Essa dinamicidade apresenta vários desafios para a educação em ES, incluindo como integrar teoria e prática em atividades de aprendizagem para ensinar conteúdos importantes que exigem que os estudantes vivenciem, em certo grau, o processo de desenvolvimento de um software (e.g., qualidade de software, metodologia ágeis, inspeção de código).

Um outro exemplo de tópico de ES cuja prática é tão importante como a teoria é a Engenharia de Requisitos (ER) [1]. Fundamental desde as fases iniciais do desenvolvimento de um software até a sua validação, a ER é uma atividade multidisciplinar que envolve vários atores, em especial, os *stakeholders* e o próprio time de desenvolvimento. Seu ensino é repleto de desafios, tais como: promover o entendimento de escopo de um software e das diversas etapas da engenharia de requisitos; a necessidade de fornecer aos estudantes atividades práticas de análise e modelagem de requisitos; e de proporcionar o contato com projetos da indústria que permitam uma melhor experiência da ER na prática [1][14]. Nesse sentido, metodologias ativas como a Sala de Aula Invertida, a Gamificação e o uso de Jogos têm ganhado destaque no ensino de ER [18][14][23].

A Sala de Aula Invertida (SAI) ou *Flipped Classroom*, por exemplo, é uma metodologia que propõe uma mudança de paradigma e inversão do modelo tradicional dentro de um ambiente de aprendizagem, uma vez que, o primeiro contato dos estudantes com o conteúdo ocorre antes da aula [2]. Os discentes devem estudar o material indicado pelo professor, preferencialmente online (e.g., vídeos, Web sites). Posteriormente, na sala de aula, o professor aborda e aprofunda o que foi aprendido por meio de atividades práticas e colaborativas. Embora pesquisas já tenham demonstrado diversas vantagens do uso de SAI no ensino de ES, alguns desafios, como manter o engajamento e a motivação dos estudantes na fase de aprendizagem antes da aula e nas próprias atividades práticas, ainda persistem [23]. É nesse contexto que se insere esta pesquisa que relata a integração de elementos de gamificação na metodologia SAI.

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'23, Abril 24-29, 2023, Recife, Pernambuco, Brasil (On-line)

© 2023 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

O objetivo central deste trabalho é de ludificar o processo da aprendizagem de ER ao mesmo tempo em que promove o engajamento dos estudantes durante todas as fases da metodologia SAI. Para tal, roteiros de estudo gamificados e um sistema de recompensa foi proposto para um conjunto de seis aulas de ER de uma disciplina de ES. A metodologia, que inclui também atividades práticas e uso de *quizzes* e jogos, foi adotada em uma turma presencial do ensino superior com 41 estudantes. A experiência relatada neste artigo compreendeu seis aulas durante três semanas de 2022, na qual foram mensurados dados sobre engajamento, desempenho e percepção da aprendizagem por parte dos estudantes.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta os fundamentos teóricos do estudo, tratando os principais pilares que são a sala de aula invertida e a gamificação. Já na Seção 3, são apresentados alguns estudos que possuem relação com este trabalho, bem como, as diferenças e similitudes desta pesquisa. Na Seção 4, é apresentada a metodologia de estudo. Na Seção 5, é exposta a experiência de aplicação da metodologia de ensino em um turma de uma universidade brasileira. Na Seção 6, são apresentados os resultados obtidos na aplicação dos roteiros de estudo e nos questionários de avaliação das aulas. Por fim, na Seção 7, são descritas as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sala de Aula Invertida - SAI

A SAI é uma metodologia de aprendizagem ativa, na qual os estudantes participam ativamente da construção de seu conhecimento, reformulando, assim, o papel do educando, do professor e da aprendizagem [17][23]. Essa metodologia apoia-se em quatro pilares: flexibilidade de horários de estudo, autonomia, conteúdo bem dirigido e a possibilidade de observar o aprendizado de cada estudante. A sua execução ocorre em três momentos: antes da aula, durante a aula e depois da aula [20]. Uma das vantagens de se utilizar SAI é permitir que os estudantes aprendam conforme seu ritmo de aprendizagem, conhecimentos e habilidades prévias, pois podem assistir ao conteúdo e ler o material, podendo acelerar ou repetir o conteúdo de acordo com suas dificuldades. Ao instrutor, possibilita trabalhar com estudantes de níveis diferentes de conhecimento, e adaptar os conteúdos para que a turma alcance mais uniformemente os objetivos de aprendizagem [2].

Para que essa metodologia funcione, contudo, é necessário que os estudantes e professores mudem suas posturas, uma vez que, seus papéis se modificam [20]. É preciso que haja uma maior flexibilidade quanto às expectativas e prazos estipulados para os estudantes e maior autonomia e organização por parte deles [21]. Outro fator que merece destaque é a mudança de como o professor planejará suas aulas, visto que, além de encorajar e motivar os estudantes a aderirem a SAI, ele precisará despende de mais tempo para realizar *feedbacks* aos seus estudantes, pois os processos de ensino e aprendizagem precisam ser permeados por avaliações que permitam identificar aspectos da eficácia e eficiência da SAI: acesso, anterior, ao material de estudo indicado (fez a pré-aula?), 2) capacidade de aplicar os conceitos estudados, 3) discussão dos conteúdos com os pares e 4) resolução de problemas propostos [21].

No contexto do ensino de ES, pesquisadores identificaram em um mapeamento sistemático que a SAI tem impactos positivos na

satisfação, motivação e confiança dos estudantes assim como no aprendizado de ES [23]. Os autores extraíram de 26 trabalhos indícios de impacto no aumento do engajamento dos estudantes, na otimização do tempo de aula, na formação de grupos de estudo e no aprendizado colaborativo. Entretanto, encontraram também desafios do uso da SAI no ensino de ES, tais como: professores sobrecarregados; dificuldades na preparação das aulas; baixa qualidade dos materiais; enorme esforço e investimento de tempo por parte dos estudantes; dificuldade em manter a motivação dos estudantes; e a falta de *feedback* dos estudantes.

2.2 Gamificação

A gamificação, em linhas gerais, é o termo adotado quando diferentes contextos como o educacional, industrial e o empresarial fazem uso dos princípios e elementos do design de jogos: narrativa, sistema de *feedback*, pontuações [5]. O objetivo principal é influenciar o envolvimento dos participantes e, com isso, trabalhar a motivação e estimular o engajamento [6].

Hunter and Werbach [9] dividem os elementos em três categorias: dinâmica, mecânica e componentes de jogos. Na categoria de dinâmica, são definidas as formas que ocorrerão a interação com o jogador. Enquanto, as mecânicas correspondem às regras ou ações que influenciam o jogo, ou seja, são utilizados para induzir o jogador a realizar determinada atividade, além de proporcionar a interação entre jogadores (quando usada competição e cooperação). Por fim, os componentes correspondem aos elementos clássicos que um jogo contém. Esses elementos podem assumir diversas combinações, ou seja, uma mecânica pode possuir uma ou mais dinâmicas, assim como, apresentar um ou vários componentes [12].

Em estudos mais recentes, o uso de elementos de jogos como ferramenta de aprendizagem se mostrou uma alternativa de forte impacto motivacional, pois incentiva os estudantes a se envolverem com o processo de aprendizado [22]. Para os autores Briffa et al. [3] e Huang et al. [8], a gamificação possui efeito positivo sobre os resultados comportamentais (aumento na frequência em aula) e cognitivos (melhora no desempenho em testes).

Por outro lado, é importante destacar que a gamificação não se trata apenas de usar os elementos e princípios do design de jogo, mas, sobretudo, entender quais são mais adequados para determinado contexto e objetivo pretendido, do contrário, a sua utilização não terá resultados satisfatórios [11].

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura, alguns trabalhos utilizam a combinação de metodologias de aprendizagem ativa como a SAI e a Gamificação. Os trabalhos envolvendo esses temas se justificam, pois há uma grande preocupação em como potencializar o processo de aprendizagem mantendo o engajamento e motivação dos estudantes com a utilização da SAI [21]. Os trabalhos que serviram como embasamento desta pesquisa estão apresentados a seguir.

Olivindo et al. [13] abordam a utilização de duas metodologias ativas, SAI e Gamificação, em Ensino Remoto Emergencial de ES, e tem como objetivo relatar as experiências obtidas a partir da aplicação de guias de estudo gamificados combinado a SAI. Para isso, foram criados sete guias de estudos gamificados e aplicados a estudantes do curso Técnico de Informática e Bacharelado em

Ciência da Computação. Cada guia de estudo tinha um grupo de *checkpoints* para organizar o conteúdo em níveis. Como resultados, observou-se que 83,6% dos estudantes participantes mantiveram-se engajados. Segundo autodeclaração, 85% mantiveram-se motivados durante a abordagem adotada, com 75,9% considerando que o formato da aula apresenta melhora em seu aprendizado. Os estudos apontaram também um resultado positivo no impacto no ganho de aprendizagem, sendo em média de 18,3% em suas notas.

Pinto and Silva [16] propõem a gamificação do processo de ensino-aprendizado das disciplinas da área de Computação, com o intuito de obter um maior engajamento dos discentes. Para tanto, os autores sugerem a aplicação do conteúdo a partir da SAI, no qual o estudante faz o estudo prévio em casa. Na sala de aula, trazem como proposta a aplicação de atividades lúdicas gamificadas. O estudo foi aplicado no curso superior de Sistemas de Informação, na disciplina de ES, em uma turma composta por 22 estudantes, durante todo o semestre letivo de 2018.1, no período de 19 de fevereiro a 29 de junho de 2018. Embora tenha sido aplicada na disciplina de ES, os autores defendem que a proposta é genérica e pode ser aplicada em outras áreas teóricas da Computação. Obteve-se como resultado, a partir de uma análise qualitativa, um maior desempenho dos estudantes, quando comparado com os métodos de ensino tradicional.

Costa et al. [4] sugerem a utilização de um ensino híbrido com SAI e gamificação. Essas metodologias são utilizadas com o propósito de aumentar o desempenho dos estudantes na disciplina de Programação Orientada a Objeto (POO) no ensino superior, tendo em vista que ela possui um alto índice de reprovações. A proposta é melhorar as habilidades e competências dos estudantes. A aplicação do método alcançou resultados significativos, para isso, analisou-se dados de aprovações e reprovações, ao longo de quatro semestres, pois as taxas referentes à aprovação foram maiores e a de reprovação menores, quando comparadas ao método tradicional. Além disso, na avaliação qualitativa, 76,7% dos estudantes avaliaram como uma experiência positiva.

Dois trabalhos assemelham-se em relação ao conteúdo explorado, ou seja, aplicado em uma turma de ES, que foram os trabalhos desenvolvidos por Pinto and Silva [16] e Olivindo et al. [13]. No entanto, enquanto Pinto and Silva [16] buscaram levar atividades gamificadas como palavras-cruzadas, caça palavras, jogo dos sete erros etc., no presente estudo, utilizou-se atividades práticas da área de estudo para exercitar o conteúdo, em que foi fornecida uma situação cujo objetivo era a identificação, elaboração e análise de requisitos etc. Outro aspecto que difere os trabalhos desta pesquisa, diz respeito à metodologia de avaliação, pois os autores usaram quatro instrumentos de avaliação denominados por eles por: heteroavaliação (avaliação tradicional), autoavaliação, co-avaliação, avaliação processual; ao passo que neste trabalho são feitas avaliações diagnósticas, avaliações processuais e avaliação tradicional. Por fim, no que se refere ao conteúdo abordado em cada pesquisa, os autores não especificam o conteúdo explorado, ao passo esta experiência explorou a disciplina ES, com foco na ER.

Com relação ao trabalho de Olivindo et al. [13], esse possui dois de seus guias abordando o conteúdo de ER. Entretanto, todo o trabalho foi desenvolvido de forma remota, ao passo que, o presente estudo foi realizado inteiramente presencial. Outro ponto que merece destaque é maneira como a gamificação foi abordada. Olivindo et al. [13] focaram na gamificação apenas dos guias de estudo. Não

criaram competitividade por meio de grupos, distribuindo recompensas conforme o desempenho individual de cada estudante. Já neste trabalho, a competitividade é estimulada por meio de equipes que recebem recompensas tanto pela leitura dos guias como pelas atividades práticas. Em algumas atividades, são definidas as equipes vencedoras e os pontos obtidos são usados para compor a nota como recompensa, além de momentos com premiações e *badges*.

4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho compreendeu as seguintes etapas, baseadas em [13]: (1) elaboração da proposta de ensino; (2) preparação do material didático; (3) aplicação da proposta na disciplina; e (4) avaliação do uso da proposta.

4.1 Elaboração da proposta de ensino

A elaboração da proposta consistiu na seleção e utilização de aspectos de jogos para serem incorporados aos materiais de estudo e de avaliação utilizados na metodologia de sala de aula invertida, a serem disponibilizados aos estudantes no momento fora da sala de aula, são eles: 1) pré-teste; 2) roteiro de estudo; 3) pós-teste 1 e 4) pós-teste 2. A Figura 1 ilustra a proposta de ensino criada.

1) Pré-teste: consiste em avaliar o conhecimento prévio do estudante em relação ao conteúdo abordado.

2) Roteiro de estudo: roteiros de estudo para cada tópico contendo materiais para estudo (vídeos, artigos, capítulos de livros, etc).

3) Pós-teste 1: questionário com 10 questões objetivas com *feedback* imediato.

4) Atividades gamificadas em sala de aula: atividades práticas relacionadas ao conteúdo abordado.

5) Pós-teste 2: questionário com 10 questões objetivas de avaliação do desempenho dos estudantes.

4.2 Preparação do material didático

Os materiais foram elaborados com base nos conteúdos disponibilizados pelo professor da disciplina. Para elaboração dos materiais disponibilizados aos estudantes, usamos a ferramenta do *Google* que permite a criação de formulários (*Google Forms*)¹. Em seguida, foram incorporados alguns aspectos de jogos no roteiro de estudo criado para a aula invertida.

4.3 Aplicação da proposta na disciplina

Para avaliar a solução proposta, foi realizado um experimento em uma turma de graduação da Universidade Federal do Ceará - Campus de Russas, na disciplina de Engenharia de Software abordando o conteúdo de Engenharia de Requisitos. Esta disciplina é ofertada como disciplina obrigatória do curso de Ciência da Computação e como optativa para o curso de Engenharia de Software.

Inicialmente, antes da aplicação do roteiro, os estudantes responderam ao pré-teste, que tem como objetivo avaliar se os estudantes possuem algum conhecimento prévio a respeito do conteúdo abordado. Em seguida, o roteiro de estudo foi enviado aos estudantes. Depois da aplicação do roteiro de estudo, seguindo a metodologia proposta, os estudantes responderam ao pré teste 1, que tem como

¹<https://docs.google.com/forms/>



Figura 1: Etapas da proposta de ensino.

objetivo avaliar o desempenho dos estudantes em relação ao conteúdo estudado. No momento em sala, são realizadas atividades práticas sobre o conteúdo abordado no roteiro e o professor pode sanar as dúvidas dos estudantes.

Ao final, os estudantes respondem ao questionário de pós teste 2, para avaliar o desempenho dos estudantes em relação ao conteúdo estudado. Assim, com os questionários de pré-teste e pós-testes respondidos é possível verificar se houve alguma diferença significativa no desempenho dos estudantes em relação ao conteúdo abordado.

4.4 Avaliação do uso da proposta

O objetivo desta etapa foi analisar os dados coletados por meio dos questionários de pré teste e pós teste, realizando uma comparação do desempenho dos participantes em três níveis, de acordo com a proposta aplicada.

Como também investigar a percepção dos participantes em relação à proposta de aula invertida gamificada, avaliando a aceitação do roteiro e motivação dos estudantes durante os estudos. Os dados foram coletados por meio de um questionário criado no *Google Forms*. O questionário era composto por 10 questões, baseado em [24] [13]. Na Tabela 1 são apresentadas as questões, que adotam uma escala de quatro pontos (“discordo totalmente”, “discordo parcialmente”, “concordo parcialmente”, “concordo totalmente”), inspirada na escala *Likert*. Os dados coletados serviram para medir a aceitação e a percepção de cada estudante em relação ao impacto da abordagem na sua aprendizagem.

Tabela 1: Questões presentes no questionário de avaliação da proposta

Sobre o roteiro de estudos	
Q1	O roteiro de estudo me guiou na leitura e visualização dos conceitos e práticas propostas.
Q2	A organização dos tópicos e o sequenciamento dos conteúdos a serem estudados ficou clara.
Q3	O roteiro de estudos estava muito extenso.
Q4	Eu precisei recorrer a materiais não disponíveis no roteiro.
Q5	Eu me senti preparado após estudar usando o roteiro.
Sobre a aula invertida	
Q6	O formato da aula invertida (roteiro gamificado de estudo + aula prática síncrona) potencializou meu aprendizado.
Q7	Me senti motivado a ter outras aulas com esse formato de aula invertida (roteiro gamificado + prática síncrona).
Q8	O tempo que dediquei às atividades foi um fator limitante no meu estudo.
Sobre o impacto na aprendizagem	
Q9	Aprendi satisfatoriamente o conteúdo ministrado.
Q10	Acredito que poderia ter aprendido mais se não houvesse o cenário de pandemia.

5 RELATO DE EXPERIÊNCIA

5.1 Contexto da Disciplina

A experiência relatada neste artigo ocorreu na Universidade Federal do Ceará - Campus de Russas. A abordagem de SAI com gamificação foi adotada na disciplina de Engenharia de Software, no ensino de Engenharia de Requisitos. Esta disciplina é ofertada como obrigatória para estudantes de Ciência da Computação e optativa para

estudantes de Engenharia de Software. Desta forma, a turma é composta por estudantes com diferentes níveis de conhecimento em Engenharia de Software e nos conteúdos abordados na disciplina, como Processo de Software, Requisitos, Projeto e Gerência de Projetos.

5.2 Perfil da Turma

A turma na qual a metodologia proposta foi adotada é composta por 41 estudantes de graduação, sendo 27 de um curso de Ciência da Computação e 14 de um curso de Engenharia de Software. Todos os estudantes tinham idade entre 21 e 32 anos.

5.3 Materiais e Métodos

Para experimentação da proposta foi escolhido o conteúdo de Engenharia de Requisitos. Esse conteúdo requer uma grande carga de conhecimento teórico, antes da execução de qualquer atividade prática. As subseções a seguir detalham os materiais de estudo e de avaliação elaborados.

5.3.1 Roteiros de estudo. Os roteiros de estudo foram elaborados através do *Google Forms* utilizando uma narrativa fictícia chamada de *Jornada da Engenharia de Requisitos*. A narrativa segue o roteiro de um processo de seleção de uma empresa de desenvolvimento de jogos. No início da história, conhecemos Karen Hopper, uma famosa analista de sistemas, que passará a liderar uma nova equipe na especificação de requisitos de um jogo de realidade virtual. Nesse contexto, os estudantes são inseridos na narrativa, como participantes da seleção. Logo, é apresentado o personagem principal dessa história, o Ben, um assistente virtual criado por Karen para lhe ajudar na seleção dos novos integrantes de sua equipe. Ben irá orientá-los e acompanhá-los durante essa jornada. A Figura 2 corresponde a ilustração do personagem principal.



Figura 2: Personagem principal da narrativa.

O estudante deve realizar todas as tarefas da narrativa como se estivesse em um jogo virtual para tornar-se um membro integrante

da equipe. Foram elaborados quatro roteiros de estudo sobre os tópicos: (1) Requisitos - Conceitos e Tipos; (2) Engenharia de Requisitos; (3) Especificação de Requisitos; e (4) Técnicas de Levantamento de Requisitos. Em cada roteiro foram elaboradas tarefas relacionadas ao conteúdo, como assistir a um vídeo, realizar a leitura de um texto ou artigo. Além disso, foram incorporados outros aspectos de gamificação, além da narrativa, como a divisão das tarefas em fases e a presença de um enigma ou desafio a ser resolvido para avançar no jogo.

5.3.2 Pré-teste e Pós-testes. O pré-teste e os pós-testes são elementos que permitem avaliar o conhecimento do estudante em uma determinada fase da experiência. Os questionários foram elaborados no *Google Forms*. As questões inseridas nestes questionários foram selecionadas da mesma base de dados, escolhidas de acordo com cada conteúdo abordado nos roteiros de estudo. No pré-teste e pós-teste 1 usamos um mesmo conjunto de dez questões objetivas, o objetivo desse material era avaliar o desempenho do estudante antes e depois de estudar por meio do roteiro de estudo. No pós-teste 2, usamos outras dez questões objetivas, porém com o mesmo nível de dificuldade para avaliar o desempenho do estudante antes e depois das atividades em sala de aula. Para nivelar as questões dos pós-teste 2, foram adotadas quantidades similares de questões por tópico e por formato em relação aos testes anteriores.

No pós-teste 1 foram inseridos *feedbacks* de recompensa (quando o participante acertar a questão) ou de erro (quando o participante errar a questão). Esses *feedbacks* são introduzidos em forma de diálogo, sugerindo um conteúdo de estudo caso o estudante erre a questão, para que possa melhorar seu conhecimento. Dessa forma, os testes serviam também como instrumento de estudo para os estudantes e de diagnóstico para a docente.

5.3.3 Atividades práticas em sala de aula. Para cada conteúdo abordado na experiência, foram elaboradas atividades práticas a serem realizadas na sala de aula visando fixar/reforçar os conhecimentos adquiridos. As atividades foram realizadas em equipe e são resumidamente descritas a seguir com referência ao conteúdo associado.

AT1. Escrita de Requisitos (1): Escrever os requisitos de um exemplo de sistema apresentado na sala de aula.

AT2. Classificação de Requisitos (1): Classificar os requisitos de um sistema. Os requisitos poderiam ser classificados em requisitos funcionais, não-funcionais ou regras de negócio.

AT3. Checklist de Revisão de Requisitos (2): Verificar a qualidade de um documento de requisitos com base em um *checklist* de revisão.

AT4. Escrita de Histórias de Usuário (3): Escrever as histórias de usuário de um sistema educacional.

AT5. Criação de personas (4): Criação de uma persona que represente o público-alvo de um sistema educacional. A técnica *Personas Empathy* (PATHY) [7] foi utilizada como modelo para auxiliar os estudantes na criação das personas.

AT6. Brainstormig para elicitación de requisitos (4): Identificação de requisitos de usabilidade utilizando a *USARP* (*USAbility Requirements with Personas and user stories*),² técnica usada para

²<https://usarp.github.io/>

a elicitação e especificação de requisitos de usabilidade que utiliza personas, *user stories* e *guidelines* de usabilidade existentes na literatura.

5.3.4 Elementos de gamificação. Além dos elementos de gamificação incorporados nos roteiros de estudo, foram incorporados à metodologia os seguintes elementos: narrativa, desafio, *feedback*, equipes, competição, pontuação, quadro de rankings, recompensas e emblemas. A descrição do contexto de aplicação de cada um destes elementos é feita a seguir.

Narrativa: foi elaborada uma narrativa para os roteiros de estudo disponibilizados aos estudantes, como é descrito na seção 5.3.1.

Desafio: foram adicionados alguns desafios aos roteiros de estudo, em que os estudantes eram impedidos de avançar no estudo até a resolução do enigma apresentado no roteiro em questão.

Feedback: como mencionado anteriormente, foi aplicado o aspecto de *feedback* no pós-teste 1, para que o estudante obtivesse uma resposta imediata a cada resposta respondida no teste.

Equipes: para as atividades realizadas na sala de aula foram formadas equipes, promovendo a cooperação e o trabalho em equipe.

Competição: esse elemento foi implementado principalmente, nas atividades realizadas em sala de aula, em que as equipes competiam umas com as outras.

Pontuação: foi estabelecido um sistema de pontuação para as atividades realizadas pelos estudantes durante o uso da proposta na disciplina. Como mostra a Tabela2.

Tabela 2: Sistema de pontuação da gamificação.

Critério de avaliação	Pontuação
Preencher questionário de caracterização de perfil	20 pontos
Realizar todas as atividades de um conteúdo (Pré teste, roteiro, pós teste 1, atividade em sala e pós teste 2)	80 pontos
Equipe vencedora da competição	20 pontos
Realizar todas as atividades em sala	100 pontos
Cinco primeiras pessoas a concluírem cada roteiro	10 pontos

Quadro de Rankings: foi disponibilizado um link de acesso para que os estudantes pudessem acompanhar a sua pontuação e sua posição no *ranking* geral. A identificação do estudante foi feita por meio do número de matrícula da universidade, com o objetivo de ocultar de certa forma a identidade dos estudantes.

Recompensas: foi estabelecido um sistema de troca dos pontos, para que os estudantes pudessem escolher suas recompensas. A Tabela3 lista as recompensas disponíveis para os estudantes.

Emblemas: Com base no trabalho de [15], foram elaborados emblemas de personalidades importantes da Engenharia de Software e Engenharia de Requisitos. A Figura 3 ilustra os emblemas utilizados para cada conteúdo.

5.4 Procedimento

A experiência ocorreu durante 6 aulas durante 3 semanas de 2022. Primeiramente, foi definido um cronograma de disponibilização dos materiais e de realização das atividades em sala.

Para cada conteúdo, o pré-teste, roteiro de estudos e pós-teste 1 eram disponibilizados pelo menos 2 dias antes da aula referente

Tabela 3: Recompensas a serem resgatadas

Individual	
Pontuação exigida	Recompensa
100 pontos	Obter a pontuação máxima de uma questão da prova parcial (permitido usar até 500 pontos)
100 pontos	Obter o bônus de 0,5 ponto na AP1 da média parcial (permitido usar até 200 pontos)
Equipe	
100 pontos de cada membro	Obter 1,0 ponto de bônus no trabalho prático (pode usar até 200 pontos)



Figura 3: Badges utilizados em cada conteúdo.

ao conteúdo. O *link* de acesso aos materiais era disponibilizado por meio do sistema acadêmico da universidade.

Durante a aula no formato presencial, as atividades práticas eram realizadas em equipe. A docente solicitava aos estudantes para formarem equipes compostas por 4 ou 5 pessoas. As equipes não eram fixas e os estudantes tinham a possibilidade de formar equipes

diferentes para cada atividade ou permanecerem com a mesma equipe ao longo das atividades realizadas. A depender do conteúdo, eram realizadas uma ou duas atividades práticas. A correção das atividades foram realizadas pela docente da disciplina.

Após a aula, era disponibilizado aos estudantes o pós-teste 2. Os estudantes poderiam respondê-lo até o início da aula seguinte. As aulas ocorriam nas quartas e sextas.

Após abordar todos os conteúdos planejados, foi realizada a apresentação dos resultados e a premiação dos estudantes que obtiveram as pontuações descritas na Tabela 2. Além das pontuações, os estudantes receberam chocolates como prêmios. Além disso, os estudantes com rendimento maior ou igual a 70% no pós-teste 2 de cada conteúdo recebeu o emblema correspondente, apresentados na Figura 3. Os estudantes que conquistaram os quatro emblemas, ainda, receberam uma pontuação extra. Os estudantes tiveram o prazo de uma semana para definirem como utilizariam seus pontos.

Por fim, foi aplicado o questionário de avaliação da metodologia proposta, com o intuito de investigar a percepção dos estudantes sobre a experiência. O questionário explorou o impacto da metodologia proposta na aprendizagem e fatores limitantes da sua utilização na disciplina. Os materiais produzidos estão disponíveis em <https://bit.ly/educomp2023>.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados sobre a percepção, engajamento e desempenho dos estudantes durante a experiência com a metodologia proposta.

6.1 Percepção dos estudantes

Inicialmente, a percepção dos estudantes foi investigada por meio do questionário de avaliação de uso (Tabela 1) da proposta e os resultados são ilustrados por meio da Figura 4, Figura 5 e Figura 6.

A Figura 4 apresenta a percepção dos estudantes sobre o roteiro de estudos. Mais de 90% dos estudantes concordou (totalmente ou parcialmente) que o roteiro de estudo guiou a leitura e visualização dos conceitos e práticas propostas e que a organização e sequência dos conteúdos ficou clara. 87% dos estudantes concordou que se sentiu preparado após estudar usando o roteiro. Por outro lado, mais de 50% dos estudantes concordou que o roteiro de estudos estava muito extenso. Em relação à necessidade de recorrer a materiais não disponíveis no roteiro, observa-se que a quantidade de estudantes que concordou e discordou desta afirmativa é próxima, sendo 13 e 18 estudantes, respectivamente.

Os resultados da percepção dos estudantes sobre a aula invertida podem ser vistos na Figura 5. Mais de 90% dos estudantes concordou que o formato da aula invertida potencializou seu aprendizado e que se sentiu motivado a ter outras aulas com esse formato. 51% dos estudantes discordaram que o tempo dedicado às atividades foi um fator limitante ao estudo.

A Figura 6 ilustra os resultados a respeito da percepção dos estudantes sobre o impacto da metodologia proposta na sua aprendizagem. Observa-se que mais de 90% dos estudantes concorda que aprendeu satisfatoriamente o conteúdo ministrado. 48% dos estudantes concordam que poderiam ter aprendido mais se não houvesse o cenário de pandemia.

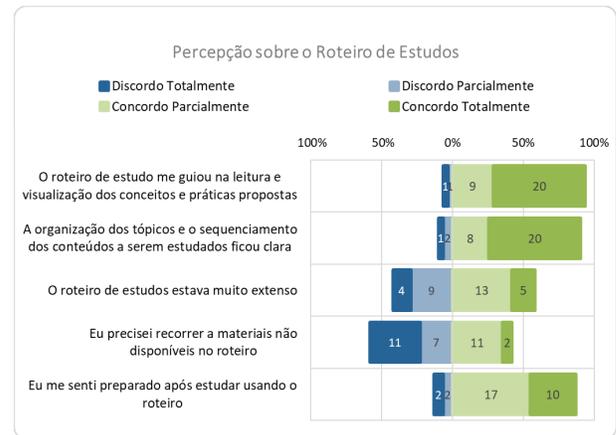


Figura 4: Percepção dos estudantes em relação aos roteiros de estudo.

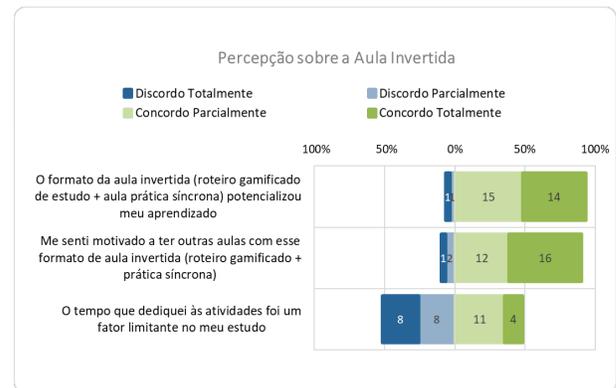


Figura 5: Percepção dos estudantes em relação a metodologia de sala de aula invertida.

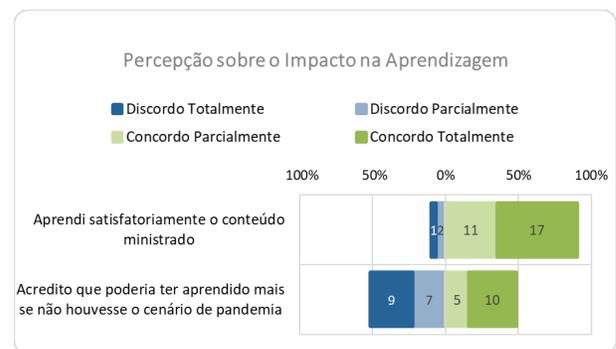


Figura 6: Percepção dos estudantes em relação ao impacto na aprendizagem.

6.2 Engajamento dos estudantes

No que diz respeito ao engajamento dos estudantes nas atividades realizadas durante a adoção da metodologia proposta, os resultados

são resumidos na Figura 7. Cada linha do gráfico corresponde à quantidade de estudantes que realizaram as atividades propostas para os conteúdos. Para calcular o engajamento nas atividades em sala, obteve-se uma média da quantidade de estudantes que participou de cada atividade. Por exemplo, no conteúdo 1 (Requisitos - conceitos e tipos) foram realizadas duas atividades em sala. Então, o engajamento corresponde à média de estudantes que participaram das duas atividades. Nota-se um resultado similar sobre o engajamento dos estudantes nos diferentes conteúdos. O engajamento foi maior no pré-teste, atividades em sala e pós-teste 2, com uma ênfase maior nas atividades em sala, variando de 70% (conteúdos 1 e conteúdo 2) a 80% da turma (conteúdos 1 e 3).

Como a turma era composta por estudantes de Engenharia de Software (ES) e Ciência da Computação (CC), os estudantes de ES, que já haviam cursado outras disciplinas da área, podem não ter sentido a necessidade de estudar pelo roteiro, por considerarem que já possuíam o conhecimento necessário sobre o conteúdo. Em contrapartida, para a maioria dos estudantes de CC, esta é a primeira disciplina de ES que compõe sua grade curricular de disciplinas obrigatórias.

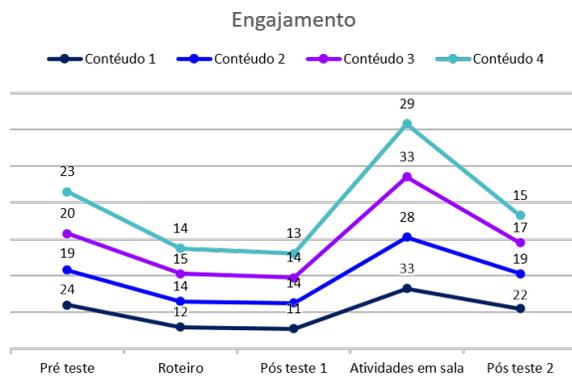


Figura 7: Participação dos estudantes nas atividades realizadas na disciplina.

6.3 Desempenho dos estudantes

O desempenho dos estudantes durante a experiência foi medido por meio da comparação entre as notas de pré-teste com pós-teste 1 e pré-teste com pós-teste 2, aplicados em cada um dos 4 conteúdos citados na Seção 5.4. Os resultados são apresentados em gráficos do tipo *Boxplot* nos quais as caixas azuis representam a comparação das notas dos estudantes que responderam o pré-teste e o pós-teste 1 e as caixas verdes, as notas comparativas entre o pré-teste e o pós-teste 2. É válido destacar que nem todos os estudantes responderam os três testes e, neste sentido, foram excluídos da análise os estudantes que não responderam o pré-teste ou que não responderam a pelo menos um dos pós-testes. Em todas as comparações das notas foram verificadas se as diferenças são estatisticamente significativas. Para tanto, foi aplicado o teste de normalidade *Shapiro-Wilk* e, depois, o teste pareado T, visto que os dados sobre as notas seguiram uma distribuição normal. A hipótese nula (H_0) é que as notas do pós-teste

não são significativamente maiores do que as notas do pré-teste. A hipótese alternativa (H_1) é que existe uma diferença significativa entre as notas, ambas com um nível de significância de 95%.

O primeiro conteúdo abordado foi sobre Conceitos e Tipos de Requisitos. A Figura 8 mostra o desempenho comparativo dos estudantes neste conteúdo, destacando uma leve melhora em relação ao pós-teste 1 e uma queda de desempenho em relação ao pós-teste 2. A mediana das notas do pré-teste foi 6.91 (desvio padrão de 2.14) e o pós-teste 1 de 7.45 (desvio padrão de 2.38) com um ganho médio no desempenho de 0.55. Em relação às notas do pós-teste 2, a mediana do pré-teste foi 6.25 (desvio padrão 1.77) enquanto que do pós-teste foi de 5.62 (desvio padrão 2.03) com um deficit médio de desempenho de 0.625. O resultado do teste T entre as notas dos estudantes que fizeram o pré-teste e o pós-teste 1 gerou um $p\text{-value} = 0.5336$ e dos estudantes que responderam o pré-teste e o pós-teste 2 um $p\text{-value} = 0.1983$. Como $p\text{-value} > 0.05$ então não há evidências suficientes para rejeitar H_0 . Dessa forma, conclui-se que a diferença entre as medianas da população não é estatisticamente significativa, evidenciando que o resultado não representa um ganho/perda significativo(a) no desempenho dos estudantes para o conteúdo 1.

Este resultado pode estar relacionado à adaptação dos estudantes com a metodologia proposta. Alguns estudantes relataram à docente que tiveram dificuldade para acessar o material, pois o pré-teste, roteiro e pós-teste 1 eram vinculados por meio de links, nesta ordem, para garantir que só realizassem o roteiro, após responderem ao pré-teste, e assim por diante ³. Esta dificuldade foi contornada a partir do segundo conteúdo, por meio da disponibilização dos materiais em links independentes, mas orientando os estudantes a responderem na ordem sugerida.

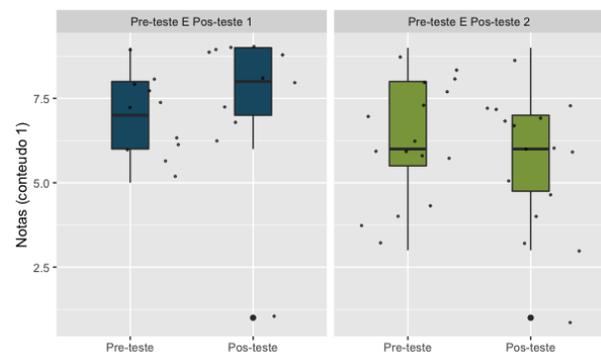


Figura 8: Notas dos estudantes nos questionários de avaliação do conteúdo 1.

O segundo conteúdo ministrado abordou Processos de Engenharia de Requisitos. Os resultados apresentados na Figura 9 mostram uma mediana de 5.78 (desvio padrão de 2.72) para o pré-teste e de 8.00 (desvio padrão de 1.92) no pós-teste 1, um ganho médio de 2.21 no desempenho dos estudantes. A figura mostra também o resultado da comparação entre as notas dos estudantes que fizeram

³O link para o material seguinte era exibido na mensagem de *feedback* de submissão do formulário. Caso o estudante saísse da página e tentasse retornar posteriormente, não tinha mais acesso à mensagem e conseqüentemente perdia o link para o próximo material

o pré-teste (mediana de 5.78 e desvio padrão de 2.69) e o pós-teste 2 (mediana de 8.27 e desvio padrão de 1.62) com um ganho médio de 2.07 no desempenho dos estudantes. O resultado do teste T entre as notas dos estudantes que fizeram o pré-teste e o pós-teste 1 gerou um $p\text{-value} = 0.006775$ e dos estudantes que responderam o pré-teste e o pós-teste 2 um $p\text{-value} = 0.005063$. Ambos os resultados proporcionam evidências suficientes para rejeitar H_0 e, dessa forma, concluir que a diferença entre as medianas da população é estatisticamente significativa, evidenciando que o resultado representa um ganho relevante no desempenho dos estudantes para o conteúdo 2.

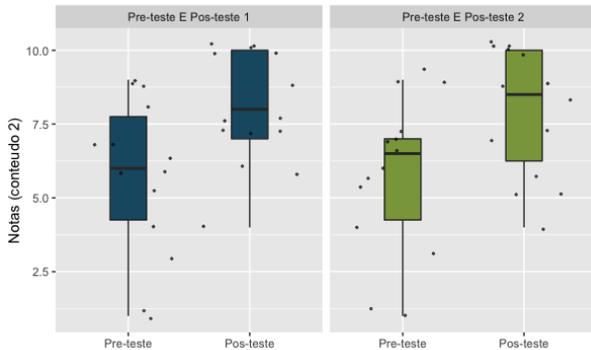


Figura 9: Notas dos estudantes nos questionários de avaliação do conteúdo 1.

Em seguida, o terceiro conteúdo ministrado foi sobre Especificação de Requisitos. A Figura 10 mostra os resultados sobre o desempenho dos estudantes. Os estudantes que responderam o pré-teste e pós-teste 1 obtiveram, respectivamente, uma mediana de 3.21 (desvio padrão de 1.62) e 6.43 (desvio padrão de 2.18) com um ganho médio no desempenho de 3.21. O resultado da comparação entre as notas dos estudantes que fizeram o pré-teste (mediana de 3.66 e desvio padrão de 1.92) e o pós-teste 2 (mediana de 6.50 e desvio padrão de 2.43) destacou um ganho médio de 2.83 no desempenho dos estudantes. O resultado do teste T entre as notas dos estudantes que fizeram o pré-teste e o pós-teste 1 gerou um $p\text{-value} = 2.461e - 05$ e dos estudantes que responderam o pré-teste e o pós-teste 2 um $p\text{-value} = 0.0004524$. Ambos os resultados proporcionam evidências suficientes para rejeitar H_0 e, dessa forma, concluir que a diferença entre as medianas é estatisticamente significativa, evidenciando que o resultado representa um ganho importante no desempenho dos estudantes para o conteúdo 3.

Por fim, o quarto conteúdo ministrado foi sobre Levantamento de Requisitos. A Figura 11 apresenta os resultados sobre o desempenho dos estudantes. Os estudantes que responderam o pré-teste e pós-teste 1 obtiveram, respectivamente, uma mediana de 4.54 (desvio padrão de 3.20) e 7.46 (desvio padrão de 1.90) com um ganho médio no desempenho de 2.92. O resultado da comparação entre as notas dos estudantes que fizeram o pré-teste (mediana de 5.72 e desvio padrão de 2.49) e o pós-teste 2 (mediana de 7.36 e desvio padrão de 2.50) destacou um ganho médio de 1.64 no desempenho dos estudantes. O resultado do teste T entre as notas dos estudantes que fizeram o pré-teste e o pós-teste 1 gerou um $p\text{-value} = 0.001078$ e dos estudantes que responderam o pré-teste e o pós-teste 2 um $p\text{-value}$

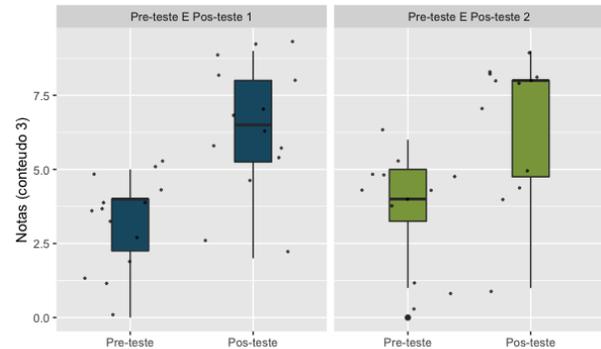


Figura 10: Notas dos estudantes nos questionários de avaliação do conteúdo 1.

$= 0.1047$. O resultado da comparação com pós-teste 1 proporciona evidência suficiente para rejeitar H_0 e concluir que a diferença entre as medianas é estatisticamente significativa, evidenciando que o resultado representa um ganho significativo no desempenho dos estudantes para o conteúdo 4. No entanto, a comparação com o pós-teste 2 não fornece evidência suficiente para rejeitar H_0 e, com isso, concluir que a diferença entre as medianas da população não é estatisticamente significativa.

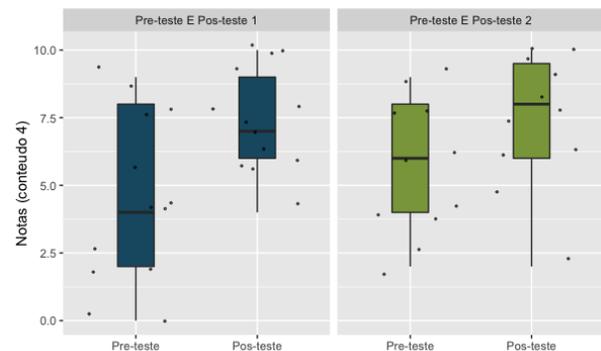


Figura 11: Notas dos estudantes nos questionários de avaliação do conteúdo 1.

Os resultados observados para os conteúdos 2, 3 e 4 refletem o impacto positivo da metodologia proposta no desempenho dos estudantes, após a adaptação com os procedimentos adotados. Estes resultados reforçam a percepção positiva dos estudantes fornecidos por meio do questionário de avaliação.

É importante destacar que, para cada conteúdo, foram analisadas as diferenças estatísticas sobre as notas dos estudantes que fizeram os dois pós-testes. Os resultados do teste pareado T mostram que não há diferença relevante entre as notas do pós-teste, evidenciando uma homogeneidade entre o desempenho dos estudantes durante e após os estudos com a metodologia proposta (conteúdo 1 $p\text{-value} = 0.3605$, conteúdo 2 $p\text{-value} = 0.5059$, conteúdo 3 $p\text{-value} = 0.6926$ e conteúdo 4 $p\text{-value} = 0.8695$).

6.4 Limitações e Ameaças à Validade

Como limitações do estudo apresentado, destacam-se circunstâncias que impediram aumentar as evidências sobre os impactos da gamificação, como, por exemplo, a aplicação da abordagem com apenas uma única turma. Essa limitação nos impede de afirmar que a abordagem é vantajosa em relação à abordagem tradicional de ensino, tendo em vista que não houve uma comparação com um grupo de controle. Outro ponto não abordado foi o método de atribuição dos pontos da gamificação, sendo realizada manualmente pelo monitor, ao invés de uma ferramenta ou sistema que realizasse os cálculos de maneira automática. Ainda, com relação ao sistema de pontuação da gamificação, foram atribuídos aos alunos pontos por participação, ou seja, os alunos ganhavam pontos ao responderem todos os formulários relacionados a um conteúdo (pré-teste, roteiro, pós-teste 1 e pós-teste 2) e participação das atividades em sala, independente do desempenho obtido, o que pode ter afetado o esforço dos estudantes para obter um alto desempenho nos testes.

Como ameaça à validade deste estudo, pode-se destacar a avaliação do impacto de aprendizagem dos alunos que, mesmo sendo advertidos em relação a não utilização de material de consulta durante os testes, podem ter pesquisado por respostas durante o pré e pós-teste, não usando apenas os conhecimentos adquiridos durante o estudo. O desempenho dos alunos também pode ter sido afetado pelo tempo disponibilizado para estudo do roteiro, sendo apenas cerca de três dias. Além disso, não temos como garantir o nível de desempenho da turma em termos de conhecimento, já que a disciplina é ofertada para os dois cursos, sendo obrigatória para o curso de Ciência da Computação e optativa para o curso de Engenharia de Software, o que possibilita que os estudantes de ES tenham conhecimento dos assuntos abordados, por poderem cursar a disciplina a qualquer momento do curso.

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo apresenta uma proposta de metodologia de ensino que envolve SAI e gamificação, assim como sua adoção no ensino de Engenharia de Requisitos em uma turma de graduação com 41 estudantes. A experiência prática permitiu explorar o impacto da metodologia proposta do ponto de vista dos estudantes, bem como seu engajamento e desempenho no decorrer da experiência. Os materiais produzidos podem ser consultados em <https://bit.ly/educomp2023>.

Os resultados indicam que os estudantes consideraram os materiais adequados para a aprendizagem, ficaram satisfeitos com o formato das aulas e consideram que a aprendizagem foi satisfatória. Sobre o engajamento, observou-se um comportamento similar para todos os conteúdos, em que o engajamento foi maior no pré-teste, atividades em sala e pós-teste 2. A análise estatística mostrou diferença significativa entre o desempenho dos estudantes no pré-teste e pós-testes dos conteúdos relacionados a Processos de Engenharia de Requisitos, Especificação de Requisitos e Levantamento de Requisitos. Sobre o nível de aprendizado, sem um grupo de controle não é possível afirmar quanto de contribuição a metodologia tem em relação ao uso da aula tradicional. As diferenças dos testes apenas indicam que houve ganhos de aprendizagem.

Por ser uma primeira experiência com a metodologia proposta, são necessários novos estudos para verificar sua aplicabilidade para o ensino de outros conteúdos e em diferentes contextos. Como

lições aprendidas, é possível destacar a necessidade de realizar uma busca minuciosa por materiais (vídeos, jogos, artigos, blogs, livros, etc) relevantes sobre os conteúdos a serem abordados, a importância de preparar e disponibilizar os materiais com antecedência para evitar que imprevistos afetem o engajamento dos estudantes e a possibilidade de unir pesquisa e ensino, levando para a sala de aula jogos e técnicas de ER para serem adotadas na prática.

Como trabalhos futuros, pretende-se conduzir novas experiências com a metodologia proposta e investigar o impacto do perfil de jogador dos estudantes nos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- [1] Daniel N Araujo, MLP de M Cruz, João Henrique Pimentel, Mariana Duque, and Fernanda Alencar. 2016. Jogos Educativos no Ensino da Engenharia de Requisitos. *IX Fórum de Educação em Engenharia De Software (FEES)*, Maringá.
- [2] Jonathan Bergmann and Aaron Sams. 2012. *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
- [3] Michelle Briffa, Nevena Jaftha, Giuseppe Loreto, Flavia Cristina Morone Pinto, Tatjana Chircop, and Corradino Hill. 2020. Improved students' performance within gamified learning environment: A meta-analysis study. *International Journal of Education and Research* 8, 1, 223–244.
- [4] Alex Felipe Ferreira Costa, Alex Frederico Mathias Felix de Melo, Gabriel Gonçalves Moreira, Marcos de Alencar Carvalho, and Marcos Vinicius de Andrade Lima. 2017. Aplicação de sala invertida e elementos de gamificação para melhoria do ensino-aprendizagem em programação orientada a objetos.
- [5] Simone de Sousa Borges, Vinicius HS Durelli, Helena Macedo Reis, and Seiji Isotani. 2014. A systematic mapping on gamification applied to education. In *Proceedings of the 29th annual ACM symposium on applied computing*. 216–222.
- [6] Marcelo Luis Fardo. 2013. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Renote* 11, 1.
- [7] Bruna Ferreira, Simone Barbosa, and Tayana Conte. 2018. Creating personas focused on representing potential requirements to support the design of applications. In *Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–9.
- [8] Rui Huang, Albert D Ritzhaupt, Max Sommer, Jiawen Zhu, Anita Stephen, Natercia Valle, John Hampton, and Jingwei Li. 2020. The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development* 68, 4, 1875–1901.
- [9] Dan Hunter and Kevin Werbach. 2012. *For the win*. Vol. 2. Wharton digital press. https://vr-entertain.com/wpcontent/uploads/BattleHuntersLM_4-US-V1.
- [10] Rodrigo Henrique Barbosa Monteiro, Mauricio Ronny de Almeida Souza, Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira, Carlos dos Santos Portela, and Cesar Elias de Cristo Lobato. 2021. The diversity of gamification evaluation in the software engineering education and industry: Trends, comparisons and gaps. In *2021 IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)*. IEEE, 154–164.
- [11] Lennart E Nacke and Christoph Sebastian Deterding. 2017. The maturing of gamification research. *Computers in Human Behaviour*, 450–454.
- [12] Wilk Oliveira, Ig Ibert Bittencourt, Diego Dermeval, and Seiji Isotani. 2021. *Gamificação e Informática na Educação*. Vol. 2. Sampaio, Fábio F., Pimentel, Mariano, and Santos, Edméa O. (Org.). Informática na Educação: games, inteligência artificial, realidade virtual/aumentada e computação ubíqua. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. (Série Informática na Educação, v.7) Disponível em: <https://ieduacao.ceie-br.org/gamificacao>.
- [13] Mayara Olivindo, Necio Veras, Windson Viana, Mariela Cortés, and Lincoln Rocha. 2021. Gamifying flipped classes: An experience report in software engineering remote teaching. In *Brazilian Symposium on Software Engineering*. 143–152.
- [14] Sofia Ouhbi, Ali Idri, José Luis Fernández-Alemán, and Ambrosio Toval. 2015. Requirements engineering education: a systematic mapping study. *Requirements Engineering* 20, 2, 119–138.
- [15] Roberto Pereira, Kamila RH Rodrigues, and Milene Selbach Silveira. 2021. GamifiCHI: thematized badges for HCI courses. In *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–10.
- [16] Fabricio Pinto and Paulo Silva. 2019. EduGamification: uma metodologia de gamificação para apoiar o processo ensino-aprendizagem. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*. SBC, 414–428.
- [17] Ana Paula Batalha Ramos and Rafael dos Anjos Mendes Tavares. [n.d.]. Sala de aula invertida: possibilidades de outras relações com o conhecimento na área de Biologia.
- [18] Luis Henrique Carvalho Rosa, Luísa Perin Lucca, Eduardo Luis Lemos, Giliane Bernardi, and Roseclea Duarte Medina. 2017. Jogos para Ensino de Levantamento de Requisitos de Software: uma Revisão Sistemática de Literatura. *RENOTE* 15, 2.

- [19] Sebastião Henrique Nascimento Santos, Yandson de Jesus Saraiva Costa, Davi Viana dos Santos, Alex Oliveira Barradas Filho, João Batista Bottentuit Junior, and Luis Jorge Enrique Rivero Cabrejos. 2020. Identificando Jogos Sérios Para o Ensino de Engenharia de Software no Brasil Através de Um Mapeamento Sistemático. *Research, Society and Development* 9, 7, e329973702–e329973702.
- [20] Juliano Rossato da Silva et al. 2021. SchoolGamify: uma proposta de aplicativo mobile para implementar a gamificação e a sala de aula invertida no contexto escolar.
- [21] Sidnei Renato Silveira, Adriana Soares Pereira, Cristiano Bertolini, Fabio Parreira, and Nara Bigolin. 2018. Educação a Distância, Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas: possibilidades para o ensino de programação de computadores. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, Vol. 7. 1052.
- [22] Crystal Han-Huei Tsay, Alexander Kofinas, and Jing Luo. 2018. Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education* 121, 1–17.
- [23] Nécio L. Veras, Lincoln S Rocha, and Windson Viana. 2020. Flipped Classroom in Software Engineering: A Systematic Mapping Study. In *Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Software Engineering*. 720–729.
- [24] Sarah Zappe, Robert Leicht, John Messner, Thomas Litzinger, and Hyeon Woo Lee. 2009. "Flipping" the classroom to explore active learning in a large undergraduate course. In *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.