

Todo Esforço Será Recompensado: Gamificação no Ensino de Arquitetura de Software com o Uso de Badges

Adryan Araújo¹, Adrian Coelho¹, Maria Elanne Rodrigues¹, Windson Viana²,
Anna Beatriz Marques¹

¹Universidade Federal do Ceará (UFC) – Campus de Russas
Russas – CE – Brasil

²Universidade Federal do Ceará (UFC)
Fortaleza – CE – Brasil

{adryanamaral, adrianwilker}@alu.ufc.br, windson@virtual.ufc.br
{elanne, beatriz.marques}@ufc.br

Abstract. *Gamification in the educational context has been studied as a promising alternative methodology to increase student motivation and, consequently, enhance their learning processes. This paper describes a specific intervention in the Software Architecture course, offered by the Federal University of Ceará, Russas campus, where gamified elements were incorporated. Throughout the course, badge cards were used to track student progress, allowing the exchange of accumulated points for rewards upon completion of designated activities. This approach was implemented in a class of 55 students. The analysis of feedback, obtained through surveys, indicated an increased perception of motivation, engagement, and interest among the students involved.*

Resumo. *A aplicação de estratégias de gamificação no contexto educacional tem sido objeto de estudo como uma metodologia alternativa promissora para incrementar a motivação dos estudantes e, conseqüentemente, potencializar seus processos de aprendizagem. Este documento descreve uma intervenção específica na disciplina de Arquitetura de Software, oferecida pela Universidade Federal do Ceará, campus de Russas, na qual se incorporaram elementos gamificados. Durante o curso, utilizaram-se cartelas de badges para registrar o avanço dos estudantes, possibilitando a troca de pontos acumulados por recompensas após a conclusão das atividades designadas. Esta abordagem foi implementada em uma classe composta por 55 estudantes. A análise de feedback, obtida com o uso de questionários, indicou uma percepção aumentada de motivação, engajamento e interesse por parte dos alunos envolvidos.*

1. Introdução

A definição da arquitetura é a etapa que une o projeto e a engenharia de requisitos, sendo responsável por identificar os principais componentes do sistema e os seus relacionamentos [Sommerville 2018]. Além disso, a arquitetura fornece uma visão abrangente do sistema, facilitando a comunicação entre *stakeholders*, garantindo a modularidade, reutilização e manutenção do código ao longo do ciclo de vida [Bass et al. 2013].

Ensinar a arquitetura de software para os futuros profissionais também é algo crucial. Entretanto, seu ensino enfrenta alguns obstáculos, como a falta de experiência dos estudantes [Männistö et al. 2008], sua dificuldade em lidar com diversas

soluções de *design* [Cervantes et al. 2016] e a falta de certas habilidades que são essenciais para futuros arquitetos de software, como comunicação e tomada de decisão [Rupakheti and Chenoweth 2015, Lago et al. 2019, Cervantes et al. 2016].

Nesse contexto, a gamificação entra como uma importante metodologia para aumentar a motivação e o engajamento no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Kapp (2012), ela é capaz de auxiliar na solução de problemas, motivar os indivíduos e promover aprendizagens, além de dinamizar as atividades e torná-las mais atrativas.

A Arquitetura de Software é ensinada, majoritariamente, por meio de métodos convencionais de ensino [Oliveira et al. 2022]. Sobre gamificação, estudos mostram seu uso em ambientes relacionados à Engenharia de Software, tais como processos, versionamento de código e engenharia de requisitos [Mayer and Weinreich 2019]. Entretanto, no ensino de Arquitetura de Software, os trabalhos ainda são escassos. Desse modo, o objetivo deste trabalho é relatar a adoção da gamificação na disciplina de Arquitetura de Software no curso de graduação em Engenharia de Software na Universidade Federal do Ceará, campus de Russas. A gamificação proposta focou na adoção de missões, *badges*, recompensas e troca de pontos e foi aplicada em uma disciplina com 55 estudantes.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Gamificação

Gamificação é a aplicação de elementos e conceitos presentes em jogos, sejam estes eletrônicos ou não, em contextos que não são jogos, com o objetivo de tornar as atividades mais atrativas e dinâmicas para quem for realizá-las [Kapp 2012]. De acordo com Hunter e Werbach (2012), os elementos de gamificação são divididos em três categorias: dinâmicas, mecânicas e componentes.

Na categoria de **dinâmicas**, são agrupados os elementos que descrevem formas de interação com o jogador. Por exemplo: restrições, emoções, narrativa, progressão e relacionamentos. Enquanto as **mecânicas** se referem às regras ou ações que impactam o jogo, sendo empregadas para incentivar os jogadores a realizar atividades específicas e promover a interação entre eles, seja por meio da competição ou da cooperação. Por exemplo: desafios, competição, cooperação, *feedback*, aquisição de recursos e recompensas.

Os **componentes** são os elementos clássicos presentes em um jogo. Para Alves (2015), eles são descritos como formas de implementar as dinâmicas e as mecânicas, ou seja, esses elementos são resultantes das relações entre as dinâmicas e as mecânicas. Alguns exemplos de componentes de jogos são: conquistas, avatares, presentes, coleções, *ranking*, níveis, pontos, *badges*, equipes, missões, bens virtuais, entre outros.

Hunter e Werbach (2012) ainda destacam que os elementos de gamificação podem ser selecionados de forma estratégica quando se deseja realizar a aplicação da técnica, frisando os aspectos particulares das atividades realizadas e os resultados desejados. É possível que os aspectos supracitados possuam características muito particulares para a aplicação de certos elementos da gamificação, mas favorecendo a outros.

2.2. Ensino de Arquitetura de Software

A arquitetura de software consiste em uma importante etapa do processo de desenvolvimento de software, visto que ela impacta em aspectos da qualidade do produto final,

como desempenho e segurança [Galster and Angelov 2016]. Seu ensino para estudantes e profissionais da área é uma tarefa imprescindível [Cervantes et al. 2016]. Entretanto, a melhor forma de exposição e aprendizagem desse conteúdo ainda é uma questão desafiadora para professores e estudantes [Lago et al. 2019]. As tomadas de decisões arquiteturais devem levar em consideração muitos aspectos [Cervantes et al. 2016] e os estudantes têm dificuldades na resolução de problemas quando diferentes abordagens podem ser usadas [Lago and van Vliet 2005, Galster and Angelov 2016]. Para ter sucesso nesta área, é necessário ser capaz de tomar decisões de projeto significativas [Kruchten 1995a].

Para que sejam tomadas as melhores decisões arquiteturais é desejável que esses profissionais tenham desenvolvido habilidades adquiridas com anos de experiência de desenvolvimento e projetos de arquitetura [Rupakheti and Chenoweth 2015, Lago et al. 2019, Cervantes et al. 2016]. Os instrutores devem transmitir aos estudantes os tópicos mais relevantes, que eles enfrentarão ao entrarem na indústria, facilitando o caminho ao longo de sua carreira. Assim, o nível de dificuldade na compreensão e ensino dessa disciplina é elevado, considerando seu grau de abstração [Lieh Ouh et al. 2020].

Algumas abordagens surgiram com intuito de promover experiências positivas no ensino dessa disciplina, destacando-se o uso de jogos de tabuleiro, como o LEARN (LEarning software ARchitecture fundameNtals) [Sousa and Marques 2020], focado em ensinar conceitos e padrões arquiteturais de forma interativa, e o DecidArch [Lago et al. 2019], que explora aspectos relacionados às decisões de design. Além do tema em comum tratado, essas pesquisas se utilizam da ludicidade para promover a aprendizagem. Esse é também um princípio da gamificação na educação, que busca usar elementos existentes em jogos para aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes [Oliveira et al. 2021]. É importante ressaltar que o uso dessa abordagem não se limita a conteúdos e aulas específicas, podendo ser explorada de maneira mais abrangente ao longo da disciplina [Díaz-Ramírez 2020].

3. Trabalhos Relacionados

Durante a elaboração da abordagem de gamificação, buscou-se na literatura pesquisas que descrevessem o uso de gamificação no ensino de arquitetura de software. Além disso, optou-se por ampliar esse estudo da literatura com as pesquisas que investigassem o uso de *badges* como estratégia de gamificação na educação em computação.

Silveira (2020) adotou gamificação com o uso de *badges* com 46 estudantes de graduação da disciplina de Interação Humano-Computador (IHC) para promover o engajamento dos estudantes. Foram usados 15 *badges*, abordando temas discutidos em sala de aula e algumas competências importantes para a área de tecnologia, como trabalho em equipe, gestão de tempo e pensamento crítico. Como resultado, analisando o número de *badges* conquistados, os estudantes mostraram-se mais engajados do que as turmas anteriores da disciplina, nas quais a gamificação não foi utilizada. A satisfação no uso dos *badges* por parte dos estudantes foi verificada a partir de relatos e de forma empírica.

Pereira et al. (2021) propuseram o uso de 50 *badges* tematizados com personalidades da área de IHC para aumentar o interesse e motivação dos estudantes na disciplina, além de dar destaque para a comunidade de pesquisa da área. Os *badges* foram aplicados em três cursos de IHC de três universidades brasileiras. A partir do *feedback* de 65 graduandos e pós-graduandos foi possível constatar que os *badges* utilizados despertaram

a curiosidade dos estudantes a respeito da comunidade de pesquisa, além de aumentar a sua motivação e tornar o curso mais interessante. O conjunto de *badges* pode servir como inspiração para uso em outros cenários e em outras disciplinas.

Maia et al. (2023) aplicaram Sala de Aula Invertida (SAI) aliada à gamificação no ensino de Qualidade de Processos de Software com foco no MPS.BR. Os autores utilizaram, mais especificamente, *badges* de personalidades do MPS.BR e troca de pontos, juntamente com a plataforma Classcraft. Participaram da pesquisa 40 estudantes de graduação dos cursos de Engenharia de Software e Ciência da Computação de uma mesma universidade. Como resultado, os estudantes mostraram-se mais engajados no processo de aprendizagem, considerando o conteúdo da disciplina mais atraente e divertido. Os autores destacaram, ainda, a relevância de se aplicar a metodologia em outros cenários.

Com o objetivo de obter uma visão geral das experiências e iniciativas de educação em arquitetura de software, Oliveira et al. (2022) realizaram uma revisão sistemática da literatura. Os autores analisaram 50 estudos publicados a partir de 1992 e, com isso, perceberam um aumento do interesse na área após 2006, indicando sua importância crescente. Os métodos de aprendizagem mais comuns eram aulas expositivas, mas há uma tendência crescente de explorar metodologias ativas e o ensino por meio de jogos.

Dado o exposto, é possível notar o grande potencial da gamificação em motivar e engajar os estudantes. Entretanto, essa ainda é uma área de pesquisa pouco explorada, principalmente voltando-se para a disciplina de Arquitetura de Software. Portanto, estudos que tratem desse contexto são necessários para corroborar com os resultados existentes e trazer alternativas ao ensino dessa disciplina.

4. Relato de Experiência

A gamificação foi adotada na disciplina de Arquitetura de Software com o objetivo de promover maior engajamento dos estudantes e oferecer uma forma visual e tangível para acompanhar seu progresso na disciplina. O elemento proeminente de gamificação escolhido para esta experiência foi a de distribuição de uma cartela de *badges* colecionáveis.

4.1. Contexto da Disciplina

Esta experiência aconteceu na disciplina de Arquitetura de Software em uma turma de graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará (UFC) no campus de Russas, no semestre 2023-02. A disciplina é componente obrigatório para o curso de Engenharia de Software (ES) e é ofertada de forma optativa para o curso de Ciência da Computação (CC). Ela possui uma carga horária total de 64h e tem como pré-requisito a disciplina de Projeto Detalhado de Software. A turma era composta por 55 estudantes, sendo 28 estudantes de ES e 27 estudantes de CC.

A metodologia de ensino adotada compreende: aulas expositivas e dialogadas para abordar conteúdos introdutórios e teóricos sobre Arquitetura de Software, aprendizagem baseada em projetos para a realização de atividades práticas do processo de design arquitetural em software e Seminário para apresentação de pesquisas sobre tipos de Arquitetura de Software. O sistema de avaliação compreende duas Avaliações Progressivas (AP) compostas por prova teórica e trabalho prático. A AP1 compreende uma prova teórica e um seminário sobre tipos de arquitetura, enquanto a AP2 compreende uma prova teórica e um trabalho prático para realizar o design arquitetural de uma aplicação. A AP1 aborda

os conceitos sobre Arquitetura de Software, Requisitos Arquiteturais, Atributos de Qualidade, Padrões Arquiteturais e Decisões Arquiteturais. A AP2 aborda Documentação Arquitetural, Modelagem Arquitetural e Avaliação Arquitetural.

A gamificação foi conduzida pela professora da disciplina e por dois monitores. Dois pesquisadores da área de gamificação e ensino foram consultados para a definição da estratégia de gamificação.

4.2. Estratégia de gamificação

Decidiu-se criar *badges* tematizados como recompensas pela conclusão de atividades relevantes para a aprendizagem do conteúdo disciplina. Com base no plano de aulas e na metodologia da disciplina, foram definidas as principais atividades a serem recompensadas com *badges*: entregar exercícios, elaborar resoluções corretas dos exercícios, ser destaque em competições ou entrega de trabalhos da disciplina. A gamificação foi organizada em duas etapas, relacionadas às AP1 e AP2. Duas cartelas de *badges* colecionáveis foram elaboradas visando conter as missões previstas. A Figura 1 ilustra as cartelas.



Figura 1. Cartelas de *badges* referentes à AP1 e AP2 parcialmente preenchidas.

4.2.1. Missões

As atividades na disciplina eram apresentadas aos estudantes como missões a serem cumpridas. Com base no plano de aulas, professora e monitores definiram que na AP1, seriam realizadas cinco atividades. Suas conclusões seriam recompensadas com *badges* de engajamento (pela realização da atividade) e validação (pela correção da resolução da atividade). Além disso, foram definidas missões a serem recompensadas com *badges* de destaque: duas competições com Kahoot e com o jogo de tabuleiro LEARN [Sousa and Marques 2020] e reconhecimentos pelo seminário.

A Tabela 1 detalha as missões da AP1. A entrega dos *badges* e a pontuação eram registradas em uma planilha online para acompanhamento e controle. Professora e monitores avaliaram as atividades, as apresentações do seminário, o relatório do trabalho prático e mediaram as competições, para definir de forma justa os estudantes e equipes que receberiam os *badges*.

Tabela 1. Missões da Parte 1 - De Requisitos Arquiteturais ao Design Arquitetural.

Engajamento e validação	
Introdução e Conceitos	Exercício 1: Dinâmica para revisão de conceitos
Arquitetura e Requisitos	Exercício 2: Emergir requisitos arquiteturais de uma aplicação existente
Estilos e Padrões Arquiteturais	Exercício 3-5: Mapeamento entre atributos de qualidade e padrões de qualidade
Destaques	
Atributos de Qualidade, Padrões Arquiteturais e Decisões Arquiteturais	Competição com o jogo educacional LEARN
Seminário sobre tipos de arquitetura de software	Kahoot sobre tipos de arquitetura de software
	Cumprir o tempo
	Ótimos exemplos
	Bons recursos
	Base teórica
	Trabalho em equipe

Na AP2, foram definidas quatro atividades associadas a *badges* de engajamento e validação. Para obter *badges* de destaque, foram realizadas duas atividades no formato de dinâmicas, utilizando a técnica do *Modeling Dojo* [Marques 2017], voltadas para o aprendizado cooperativo, com a aplicação das abordagens 4+1 [Kruchten 1995b] e C4 [Brown 2022]. Essas atividades permitiram aos estudantes observar e elaborar visões no processo de modelagem de uma Arquitetura de Software. Para incentivar o engajamento no trabalho prático sobre design arquitetural, foram definidas cinco missões. A Tabela 2 descreve as missões da AP2.

4.2.2. Recompensas e troca de pontos

A aquisição de *badges* e acompanhamento da cartela são os elementos principais da gamificação desta experiência, explorando as características das recompensas por missões concluídas. Os tipos de *badges* foram definidos como recompensa pelo esforço e dedicação na realização das atividades propostas. Para agregar valor aos *badges*, foram definidas também regras para troca deles por pontos a serem incluídos na AP1 e AP2.

Os estudantes que conquistassem cinco *badges* de engajamento e pelo menos três de validação, receberiam 0,5 ponto na AP correspondente. Ademais, o aluno que realizasse todas as atividades e obtivesse todas as validações teria o benefício de eliminar uma questão da prova, ou seja, receberia a pontuação referente à questão escolhida. No que se refere aos destaques, o aluno que obtivesse pelo menos dois destaques receberia 0,5 ponto

Tabela 2. Missões da Parte 2 - Design Arquitetural e Modelagem Arquitetural.

Engajamento e validação	
Design Arquitetural - Levantamento de requisitos arquiteturais	Exercício 1: Realizar a entrevista para o trabalho prático
Modelagem Arquitetural com modelo 4+1	Exercício 2: Criar diagramas das visões arquiteturais do modelo 4+1
Modelagem Arquitetural com abordagem C4	Exercício 3: Criar diagramas das visões arquiteturais da abordagem C4
Avaliação Arquitetural	Exercício 4: Realizar inspeção de diagramas C4
Destaques	
Modelagem Arquitetural com modelo 4+1	Competição de Modeling Dojo
Modelagem Arquitetural com abordagem C4	Competição de Modeling Dojo
Trabalho Prático - Design Arquitetural	Melhor entrevista
	Criatividade
	Rigor arquitetural
	Compleitude
	Corretude técnica

na AP correspondente, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Regras para troca de pontos apresentadas para os estudantes.

Regras	Recompensa
5 engajamentos + 3 Validações	0,5 ponto na AP
2 Destaques	0,5 ponto na AP
Engajamento total + Validações	1 questão na prova teórica

Todos os estudantes obtiveram um ou mais *badges* durante a disciplina. Na AP1, 38 estudantes obtiveram recompensas por meio da troca de pontos. Destes, 3 obtiveram todos os *badges* de engajamento e validações. Na AP2, 34 estudantes trocaram *badges* por recompensas.

4.3. Coleta de Feedback

Após a AP1, os estudantes tiveram acesso a um formulário de avaliação da disciplina, no qual puderam compartilhar voluntariamente suas experiências com a gamificação aplicada. A análise dos dados obtidos a partir desse formulário foi realizada para avaliar a eficácia da gamificação e permitir a implementação de melhorias antes do início da AP2, na qual uma nova cartela de *badges* seria disponibilizada. O formulário pode ser acessado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.10912392>.

O formulário compreendia 37 perguntas objetivas e uma pergunta subjetiva sobre sugestões de aprimoramento. As perguntas objetivas foram elaboradas com base no Questionário de Motivação Intrínseca (IMI)[Ryan et al. 1991], que avalia a motivação na realização de atividades. As perguntas foram adaptadas para avaliar a experiência dos discentes com as atividades propostas na gamificação. As perguntas eram respondidas por meio de uma escala ordinal de 7 pontos variando de 1 (não é verdadeira) a 7 (muito

verdadeira). Para facilitar a análise das respostas, os 7 pontos foram divididos em dois grupos: “concordo”, englobando as respostas 4 (um pouco verdadeira), 5, 6 e 7 (muito verdadeira), e “não concordo”, formado pelas respostas 1 (não é verdadeira), 2 e 3.

A análise das respostas da pergunta subjetiva foi feita utilizando o método de codificação dedutiva ou fechada. No método dedutivo os códigos são previamente definidos, com base em trabalhos científicos anteriores [Martinelli et al. 2023]. Para este trabalho os códigos definidos foram os componentes de jogos, enumerados por Hunter e Werbacj (2012) tais como pontos, *badges*, conquistas, e missões.

5. Resultados

Com relação ao **interesse/desfrute** dos estudantes em participar da gamificação (Figura 2), cerca de 94% disseram que gostaram muito de fazer as atividades, que elas foram divertidas e bastante agradáveis. Aproximadamente 89% deles as descreveriam como muito interessantes e, enquanto as realizavam, pensavam no quanto haviam gostado delas. Adicionalmente, 83% discordaram que as atividades foram chatas.

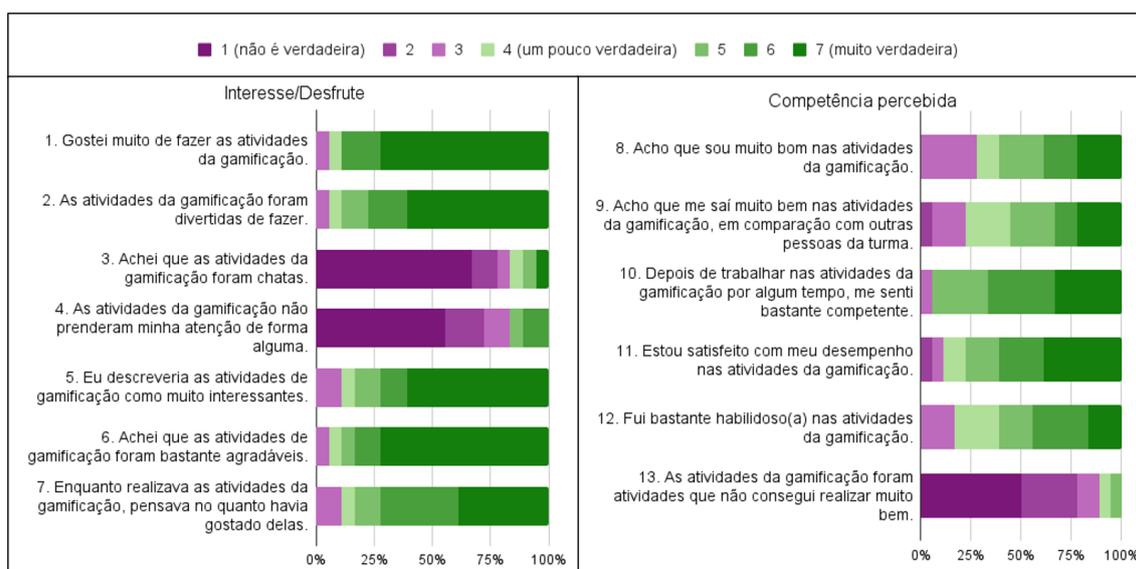


Figura 2. Respostas da categoria Interesse/Desfrute e Competência Percebida.

A Figura 2 também apresenta os resultados da dimensão **competência percebida**, na qual 94% dos respondentes do questionário afirmaram sentir-se bastante competentes após as atividades realizadas. Quase 89% deles demonstraram estar satisfeitos com seu desempenho e discordam da afirmação de que não conseguiram realizar as atividades muito bem. Em relação à execução dessas atividades, 83% relataram tê-las realizado com habilidade; 77% consideraram-se muito bem-sucedidos em comparação com os colegas de classe; e 72% acham que são muito bons nas atividades da gamificação.

Como evidenciado pela Figura 3, que trata a dimensão **esforço/importância**, todos os participantes da gamificação concordam que se sair bem nas atividades foi importante para eles. Aproximadamente 89% disseram que empregaram muito esforço nessas atividades, enquanto 83% discordaram de que não colocaram muita energia nelas. Além disso, 77% afirmaram ter se esforçado nas atividades, demonstrando um comprometi-

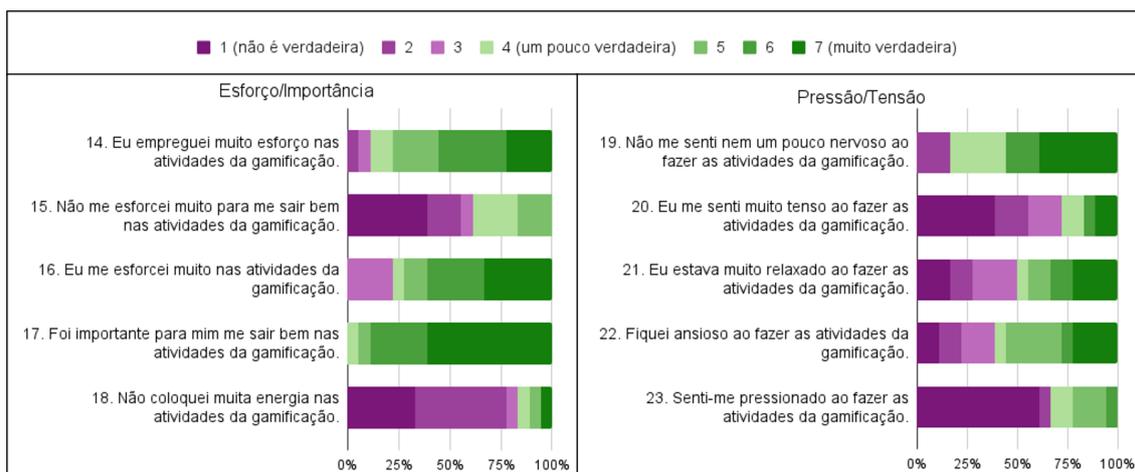


Figura 3. Respostas da categoria Esforço/Importância e Pressão/Tensão.

mento significativo. De modo análogo, 61% discordaram de que não se esforçaram muito para se sair bem nas atividades da gamificação.

Acerca da **pressão/tensão** sentida pelos estudantes (Figura 3), 83% deles não se sentiram nervosos ao fazer as atividades. Entretanto, 61% ficaram ansiosos, mesmo que metade tenha respondido que estava muito relaxado. Por fim, 72% discorda que se sentiu muito tenso durante as suas realizações.

Sobre suas percepções de **escolha** (Figura 4), uma ampla maioria de 94% dos respondentes expressou a crença de que tinham alguma escolha ao realizá-las e as executaram porque queriam. Quase 89% discordaram da ideia de que não tiveram escolha ao realizar as atividades e de que realmente realizá-las não foi escolha própria. O percentual de participantes que discordaram da afirmação de que fizeram as atividades simplesmente porque precisavam fazer é de 83%. Entretanto, de forma contraditória, 66% sentiram que tinham que fazer e 61% discordam que as fez porque precisava fazer.

Por fim, a respeito da dimensão **valor/utilidade** (Figura 4), todos os participantes concordaram que realizar as atividades da gamificação é útil para o aprendizado da disciplina de Arquitetura de Software, que é importante porque pratica o conhecimento adquirido. Também indicaram que a gamificação pode ajudar a melhorar o desempenho e ser benéfico. Do mesmo modo, 94% acreditam que as atividades são importantes; que elas podem ter algum valor para si e estariam dispostos a fazê-las novamente.

Sobre a última pergunta do questionário, os códigos definidos para análise das respostas estão listados na Tabela 4 juntamente com as respostas associadas. Algumas respostas sugerem a inclusão ou melhoria de elementos de gamificação, como aumentar a quantidade de pontos, utilização de ranking e maior diversidade nos jogos, que pode ser entendido como maior variedade de missões.

Alinhado ao estudo de Oliveira et al. (2022), os resultados apresentados mostram que o uso da gamificação como método de aprendizagem tem muito a agregar no ensino de arquitetura de software. Além disso, eles corroboram com os estudos de Silveira (2020), Pereira et al. (2021) e Maia et al. (2023), evidenciando a eficácia do uso de *badges* em aumentar o engajamento dos estudantes.

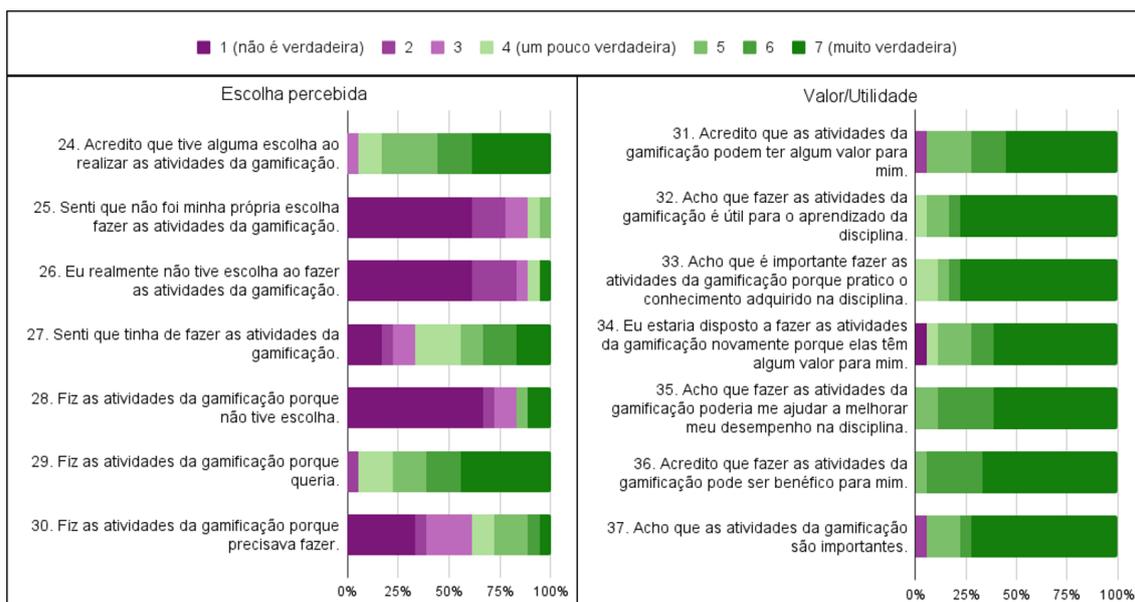


Figura 4. Respostas da categoria Escolha Percebida e Valor/Utilidade.

Tabela 4. Frequência das respostas codificadas

Componentes de jogos	Comentários
Pontos	“Aumentar a quantidade de pontos”, “Aumentar os pontos”
Quadros de ranking	“Ranking de pontos com ilustrações pra serem acompanhados em tempo real”
Missões	“Maior diversidade nos jogos”

6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Neste trabalho, percebeu-se que a gamificação promoveu o engajamento dos estudantes, pois todos os participantes obtiveram *badges* e a maioria obteve recompensas na disciplina de Arquitetura de Software. Os respondentes valorizaram seu desempenho nas atividades, expressando comprometimento e tranquilidade, apesar de alguns relatarem ansiedade. Além disso, os respondentes concordaram que o uso da gamificação auxilia na aprendizagem e no desempenho, estando dispostos a realizá-la novamente.

Os resultados fortalecem, ainda, a eficácia da gamificação quando aplicada no ensino de arquitetura de software, tópico pouco explorado na literatura. Este estudo, em partes, estendeu as pesquisas dos trabalhos relacionados ao fazer uso de *badges* em uma disciplina distinta daquelas abordadas por eles.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação de outras estratégias de gamificação em Arquitetura de Software a fim de consolidar as conclusões percebidas neste trabalho. Do mesmo modo, a aplicação dessa estratégia em outras disciplinas e com outros componentes pode trazer análises importantes e mais abrangentes.

Agradecimentos

A equipe de autoria agradece ao apoio financeiro da UFC por meio do Programa de Iniciação à Docência (PID), ao CNPQ - projeto 314425/2021-7 e à FUNCAP - processo BP5-00197-00016.01.00/22.

Referências

- Alves, F. (2015). *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática*. DVS Editora, São Paulo, 2 edition.
- Bass, L., Clements, P., and Kazman, R. (2013). *Software architecture in practice*.
- Brown, S. (2022). The c4 model for visualising software architecture. [online]. <https://c4model.com/>. Ebook.
- Cervantes, H., Haziyevev, S., Hrytsay, O., and Kazman, R. (2016). Smart decisions: an architectural design game. In *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion, ICSE '16*. ACM.
- Díaz-Ramírez, J. (2020). Gamification in engineering education – an empirical assessment on learning and game performance. *Heliyon*, 6(9):e04972.
- Galster, M. and Angelov, S. (2016). What makes teaching software architecture difficult? In *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion, ICSE '16*. ACM.
- Hunter, D. and Werbach, K. (2012). *For the Win: How Game Thinking can Revolutionize your Business*, volume 2. Wharton digital press.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Kruchten, P. (1995a). Mommy, where do software architectures come from? In *Proceedings of the 1st Intl. Workshop on Architectures for Software Systems*, pages 198–205.
- Kruchten, P. B. (1995b). The 4+ 1 view model of architecture. *IEEE software*, 12(6):42–50.
- Lago, P., Cai, J., de Boer, R., Kruchten, P., and Verdecchia, R. (2019). Decidarch: Playing cards as software architects. In *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pages 7815–7824. Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS).
- Lago, P. and van Vliet, H. (2005). Teaching a course on software architecture. In *18th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'05)*. IEEE.
- Lieh Ouh, E., Kok Siew Gan, B., and Irawan, Y. (2020). Did our course design on software architecture meet our student's learning expectations? In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE.
- Maia, A., Oliveira, L., Rodrigues, M. E., Viana, W., and Marques, A. B. (2023). Adotando aulas invertidas e gamificação no ensino de qualidade de processos de software com foco no mps.br. pages 305–316.
- Marques, A. B. (2017). Promovendo o engajamento e aprendizado colaborativo de modelagem de interação por meio de modeling dojo. In *Proceedings of the VIII HCI Education Workshop-XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (WEIHC 2017)*, Santa Catarina, Joinville.
- Martinelli, S., Choma, J., Saad, J., and Zaina, L. (2023). Análise qualitativa em ihc: da codificação à criação de visualizações. Apresentação de slides em PDF. XXII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Maceió - AL, Brasil.

- Mayer, B. and Weinreich, R. (2019). The effect of gamification on software architecture knowledge management: a student experiment and focus group study. In *Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing, SAC '19*, page 1731–1740, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Männistö, T., Savolainen, J., and Myllärniemi, V. (2008). Teaching software architecture design. pages 117 – 124.
- Oliveira, B., Garcés, L., Lyra, K., Santos, D., Isotani, S., and Nakagawa, E. (2022). An overview of software architecture education. In *Anais do XXV Congresso Ibero-Americano em Engenharia de Software*, pages 76–90, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Oliveira, W., Bittencourt, I. I., Dermeval, D., and Isotani, S. (2021). Gamificação e informática na educação. In Sampaio, F. F., Pimentel, M., and Santos, E. O., editors, *Informática na Educação: games, inteligência artificial, realidade virtual/aumentada e computação ubíqua*, volume 7 of *Série Informática na Educação*, Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Computação.
- Pereira, R., Rodrigues, K., and Silveira, M. (2021). Gamifichi: thematized badges for hci courses. In *Anais do XX Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Rupakheti, C. R. and Chenoweth, S. V. (2015). Teaching software architecture to undergraduate students: An experience report. In *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering*. IEEE.
- Ryan, R. M., Koestner, R., and Deci, E. L. (1991). Ego-involved persistence: When free-choice behavior is not intrinsically motivated. *motivation and emotion*.
- Silveira, M. (2020). Badges for all: using gamification to engage hci students. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 71–80, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Sommerville, I. (2018). *Engenharia de software* (10ª edição).
- Sousa, T. and Marques, A. (2020). Learn board game: A game for teaching software architecture created through design science research. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.