

Explorando a Gamificação no Ensino de Decisões Arquiteturais: Um Relato de Experiência

Jacson Rodrigues Barbosa, UFG, jacson@inf.ufg.br
<https://orcid.org/0000-0002-4837-5632>

Pedro Henrique Dias Valle, UFJF, pedrovalle@ice.ufjf.br
<https://orcid.org/0000-0002-6929-7557>

Ricardo Vilela, USP, ricardovilela@alumni.usp.br
<https://orcid.org/0000-0001-5242-4938>

Valdemar Vicente Graciano Neto, UFG, valdemarneto@ufg.br
<https://orcid.org/0000-0003-2190-5477>

Resumo. *Decisões arquiteturais, quando selecionadas corretamente, agregam diversos benefícios para a qualidade dos sistemas de software. No entanto, observa-se uma dificuldade considerável por parte dos discentes para (i) abstrair conceitos complexos de arquitetura de software e (ii) tomar decisões arquiteturais adequadas para problemas específicos. O objetivo deste estudo foi explorar o uso da gamificação como mecanismo de apoio ao ensino de arquitetura de software, especificamente no ensino de decisões arquiteturais. Os resultados destes estudos sugerem que a abordagem aplicada contribui significativamente para motivar e envolver os discentes no processo de ensino-aprendizagem.*

Palavras-chave: *gamificação, ensino de arquitetura de software.*

Exploring Gamification in Teaching Architectural Decisions: An Experience Report

Abstract. *Software architectural decisions, when selected correctly, add several benefits to the quality of software systems. However, considering students' difficulties in abstracting complex concepts of software architecture and in making appropriate architectural decisions for specific problems. Therefore, this study aimed to explore gamification as a support mechanism for teaching software architecture, specifically architectural decisions. These studies suggest that the applied approach significantly contributes to motivating and involving students in the teaching-learning process.*

Keywords: *gamification, teaching software architecture.*

1. Introdução

Nos últimos anos, observou-se um crescente interesse em arquitetura de software devido aos seus diversos benefícios para a qualidade dos sistemas de software (BALDWIN; SAUSER; BOARDMAN, 2017) e também por ser considerada o ponto de partida para o projeto de novos sistemas, além de ser utilizada como recurso para compreensão de sistemas legados. A arquitetura de software pode ser definida como a estrutura (ou estruturas) do sistema, a qual é composta de elementos de software, das propriedades externamente visíveis desses elementos, e dos relacionamentos entre eles (LI, 2020; BASS, 2013).

Portanto, os arquitetos de software precisam desenvolver diferentes habilidades para projetar arquiteturas de software de alta qualidade (RUPAKHETI; CHENOWETH, 2015). Dentre essas habilidades, destacam-se: (i) *habilidade artística* para fazer projetos

simples e fáceis de entender; (ii) *habilidade analítica* para encontrar as raízes dos problemas em alto nível; (iii) *entendimento sobre o negócio* para analisar o ambiente social e operacional em que um sistema precisa operar; (iv) *habilidade de relacionamento* para se relacionar com os *stakeholders*, incluindo o cliente, usuário, administradores de sistemas e fornecedores; (v) *habilidade de comunicação* para ouvir e resolver problemas; e (vi) *conhecimento prático* para descrever a estrutura e as tecnologias necessárias.

No contexto educacional, existe um grande desafio de ensinar conteúdos relacionados à arquitetura de software para alunos de graduação, uma vez que grande parte deles possuem uma experiência limitada na indústria (RUPAKHETI; CHENOWETH, 2015; GONÇALVES *et al.*, 2020). Existem também estudos que relatam que os estudantes consideram o conceito de arquitetura de software complexo e se sentem incapazes de abstrair os conceitos da arquitetura de software para os projetos de programação (GALSTER; ANGELOV, 2016; OUH; IRAWAN, 2019). Outro desafio identificado foi a desmotivação dos estudantes em aprender conceitos relacionados à arquitetura de software que são considerados abstratos (NUNES *et al.*, 2015). Ensinar conceitos relacionados às decisões arquiteturais também é considerado outro grande desafio, pois os arquitetos menos experientes podem tomar decisões errôneas e ter dificuldades para encontrar os conceitos, soluções e tecnologias adequadas para o problema (CAPILLA *et al.*, 2020).

Em resposta a esses desafios, diferentes iniciativas têm sido propostas para apoiar o ensino de arquitetura de software (RODRIGUES; SOUZA; FIGUEIREDO, 2018). Dentre elas, destaca-se a gamificação que pode ser definida como a utilização de elementos de *design* de jogos em um contexto que não está relacionado ao seu contexto original, visando melhorar o engajamento, a motivação e a experiência do indivíduo, bem como melhorar os processos de ensino e treinamento (DETERDING *et al.*, 2011; DICHEVA *et al.*, 2015). Existem diferentes elementos de gamificação que podem ser utilizados para apoiar o ensino de conteúdo educacionais, tais como: narrativas, *feedback*, recompensas, conflitos, classificação, níveis, interatividade, entre outros.

Nessa perspectiva, este trabalho teve como principal objetivo explorar o uso da gamificação como recurso de apoio ao ensino de decisões arquiteturais, mostrando as experiências obtidas sobre como a gamificação contribuiu para o ensino dos conteúdos de decisões arquiteturais e também como ela proporcionou um aumento na motivação dos estudantes na disciplina de Arquitetura de Software da Universidade Federal de Goiás.

O trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2, são expostos os principais conceitos relacionados ao estudo. Na Seção 3, são apresentados os principais trabalhos que utilizaram a gamificação para apoiar o ensino de arquitetura de computação. Na Seção 4, discute-se a metodologia seguida para a condução do relato de experiência. Na Seção 5, são apresentados os principais resultados e discussões. Por fim, a Seção 6 conclui o trabalho e faz considerações para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Nesta seção são apresentados os principais conceitos relacionados a decisões arquiteturais e gamificação, os quais são importantes para o entendimento do estudo apresentado.

2.1. Decisões Arquiteturais

Decisão arquitetural é o resultado da seleção de uma solução mais apropriada para atender restrições e atributos de qualidade requeridos por arquiteturas de produtos de software (BASS, 2013). Dentre as diferentes decisões arquiteturais, encontram-se

decisões relacionadas à escolha de estilos, padrões e táticas arquiteturais para apoiar o projeto arquitetural de um sistema. A seguir são discutidos alguns exemplos de decisões arquiteturais relativas a:

Estilos Arquiteturais, que são inerentemente imbuídos de decisões relativas à modularização e organização dos elementos da arquitetura, incluindo elementos e tipos de relações, junto com um conjunto de restrições sobre como esses elementos podem ser utilizados (MESBAH; VAN DEURSEN, 2007). São exemplos de estilos arquiteturais: SOA, Microservices, Layers, REST, entre outros (VALLE; GARCÉS; NAKAGAWA, 2019).

Padrões Arquiteturais: são mecanismos para capturar estruturas de projeto comprovadas, facilitando sua reutilização (BUSCHMANN, 1996). Esses padrões podem ser considerados como um pacote de decisões de projeto que são encontradas repetidamente na prática (MUKETHA, 2014). Exemplos de padrões arquiteturais são: mediador, barramento, *broker*, *facade*, entre outros (VALLE; GARCÉS; NAKAGAWA, 2019). Um padrão arquitetural pode ser escrito considerando um nome, contexto, problema e solução (BASS, 2013).

Táticas Arquiteturais: são decisões de projeto que influenciam a obtenção de uma resposta de um atributo de qualidade. As táticas arquiteturais afetam diretamente a resposta do sistema (BASS, 2013). Exemplos de táticas arquiteturais para interoperabilidade são orquestração e coreografia (VALLE; GARCÉS; NAKAGAWA, 2019).

2.2. Gamificação

A gamificação tem sido popularizada pois utiliza elementos lúdicos nativos dos jogos digitais e os insere em outros contextos para tornar uma atividade mais interessante e divertida (KAPP, 2012). Nesse sentido, a gamificação pode ser definida como o uso de elementos de *design* de jogos fora do contexto de jogos (DETERDING *et al.*, 2011) para induzir certo comportamento nas pessoas, tais como melhorar sua motivação e desempenho em uma tarefa. Ou seja, a gamificação leva recursos que tornam os jogos divertidos e atraentes e insere estes recursos em um ambiente fora do jogo, como por exemplo um ambiente de trabalho ou escola, visando melhorar a experiência do usuário (GARCIA *et al.*, 2017).

O sistema tradicional de educação é um exemplo de um sistema gamificado (SMITH-ROBBINS, 2011), pois os alunos acumulam notas que são como pontos, avançam níveis e o diploma é a recompensa. A gamificação pode ser usada para promover a aprendizagem, pois muitos dos elementos da gamificação são baseados na psicologia educacional e são técnicas que professores vêm usando há anos (KAPP, 2012). Itens como atribuição de pontos a atividades, apresentação de *feedback* corretivo e incentivo à colaboração em projetos têm sido a base de muitos profissionais da educação.

A gamificação é aplicada no contexto educacional buscando melhorar a aprendizagem. Muitos estudos propõem que o uso da gamificação pode engajar e motivar estudantes. Ela é vista como um recurso que é capaz de motivar e engajar estudantes em sistemas educacionais (HAMARI; KOIVISTO; SARSA, 2014). Em particular, existem dois tipos de gamificação (KAPP, 2013), sendo elas: gamificação estrutural e gamificação de conteúdo. É importante observar que os dois tipos de gamificação não são mutuamente exclusivos, ambos podem existir no mesmo ambiente educacional. Na verdade, se utilizados em conjunto, eles são mais impactantes (KAPP, 2013).

3. Trabalhos Relacionados

Em (VALLE; VILELA; HERNANDES, 2020), um estudo realizado na indústria investigou o treinamento de profissionais de teste de software de forma gamificada. O estudo selecionou profissionais recém contratados em uma fábrica de software para participar de um treinamento dividido em dois grupos, gamificado e não gamificado. Os resultados do estudo demonstraram diferença significativa entre as atividades realizadas pelos dois grupos de profissionais durante o experimento. O treinamento gamificado mostrou-se uma alternativa favorável para o treinamento dos profissionais. Esse estudo avaliou profissionais formados, com conhecimento prévio sobre os objetos de estudo.

O trabalho proposto por (DUBOIS; TAMBURRELLI, 2013) apresentou um estudo preliminar sobre o uso de gamificação no ensino de disciplinas de Engenharia de Software. O estudo apresentou resultados extraídos de projetos implementados pelos alunos, categorizados em dois grupos, desenvolvimento com competição (informações sobre métricas alcançadas pelos demais projetos) e sem competição (informações apenas sobre as métricas do próprio projeto). Os resultados, embora preliminares, sugerem que os projetos desenvolvidos sob posse das informações dos demais projetos foram mais adequados as métricas do estudo. Os autores concluem que a gamificação com competição pode ser uma forte aliada ao processo de desenvolvimento. No entanto, o estudo sugere a aplicação da gamificação em fases avançadas do processo de desenvolvimento, as quais podem ser fortemente afetadas pelo bom ou mau aprendizado sobre as etapas que precedem a etapa de implementação.

Por fim, em (MAYER; WEINREICH, 2019), foi apresentado um estudo experimental para investigar a aplicação da gamificação no ensino de Arquitetura de Software para alunos de graduação em Ciências da Computação. Uma plataforma gamificada foi desenvolvida para medir e avaliar a qualidade da documentação de arquiteturas de Software e o número de atividades de documentação de arquiteturas. A metodologia empregou métricas de qualidade de perfis arquiteturais para avaliação de dois grupos de participantes, controle (não gamificado) e tratamento (gamificado). Os resultados não demonstraram diferença significativa entre os grupos, mas relata descobertas, obtidas por meio de entrevistas, sobre quais atributos gamificados foram mais benéficos ou nocivos para os participantes do grupo tratamento. Apesar disso, o estudo investigou a gamificação no ensino de arquitetura em alto nível, impossibilitando a descoberta de benefícios dessa abordagem em etapas específicas, como a etapa de decisões arquiteturais.

Apesar das buscas realizadas, não foram identificados estudos que investigassem a utilização da gamificação para apoiar o ensino de decisões arquiteturais. Esse trabalho traz uma contribuição nesse sentido, pois investigou como a gamificação pode contribuir para melhorar a motivação dos estudantes em aprender os tópicos abordados. Além disso, esse trabalho contribui para investigações sobre o ensino de Arquitetura de Software utilizando elementos gamificados, apresentando as principais evidências e lições aprendidas em relação ao ensino desse tópico.

4. Materiais e Métodos

Essa seção apresenta os materiais e métodos utilizados para a condução deste estudo, no qual o objetivo foi explorar o uso da gamificação como mecanismo de apoio ao ensino de arquitetura de software, especificamente decisões arquiteturais. Além disso, este trabalho analisou se a gamificação contribuiu para o aumento da motivação dos estudantes para aprender conteúdos relacionados ao tópico de decisões arquiteturais.

4.1. Questões de Pesquisa

Para atingir o objetivo desse estudo, definiram-se duas questões de pesquisa:

- QP₁: A gamificação contribui para o ensino de decisões arquiteturais?
- QP₂: Os discentes se sentem motivados a aprender conteúdos sobre decisões arquiteturais quando a gamificação é utilizada como recurso de apoio?

4.2. Aplicação

Nessa subseção são apresentadas as etapas planejadas para conduzir as aulas referentes ao tópico de decisões arquiteturais: (i) exposição teórica do conteúdo; (ii) atividades interativas gamificadas (disponibilização de questões na Kahoot); (iii) discussão das questões após resolução; (iv) aplicação do questionário IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*) (KELLER, 1987).

As duas primeiras etapas são realização de maneira alternadas. Primeiramente, é exposto um conteúdo básico; em seguida, os discentes respondem a uma ou mais questões na ferramenta Kahoot (atividades interativas gamificadas). Após a ferramenta apresentar o *ranking* dos discentes, quando necessário, conduz-se uma breve discussão sobre a referida questão. Quando finaliza-se o ciclo de exposição teórica do conteúdo e realização de atividades gamificadas, os discentes respondem ao questionário IMMS para mensurar o grau de motivação de cada discente após atividades instrucionais serem aplicadas, por meio de quatro domínios: atenção, relevância, confiança e satisfação.

Seleção dos Participantes

No total, 22 discentes matriculados na disciplina de arquitetura de software do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Goiás foram selecionados para participar do estudo. Os discentes obrigatoriamente deveriam:

- Manifestar interesse em participar do estudo assinando o formulário de consentimento e preenchendo o questionário IMMS; e
- Participar das aulas sobre decisões arquiteturais, as quais foram ministradas durante os horários da disciplina.

Contexto da disciplina

Considerando os desafios inerentes ao ensino de arquitetura de software, tais como, complexidade dos conceitos fundamentais de arquitetura de software, dificuldades dos discentes em abstrair os respectivos conceitos para projetos de softwares reais e a falta de maturidade dos discentes para tomar decisões arquiteturais por meio da escolha de soluções e tecnologias adequadas para problemas específicos, optou-se por apresentar os conceitos de decisões arquiteturais aos discentes de maneira gamificada com o intuito de atenuar parte desse desafios.

Seleção e Preparação do Material Gamificado

Para a condução da aula gamificada, utilizou-se a plataforma Kahoot* que adiciona elementos de gamificação aos questionários. Os recursos disponibilizados pela ferramenta são: criar planos de aula, treinamentos, votações e apresentações de slides, com acesso a uma biblioteca de imagens de alta definição, entre outros. Em particular, utilizando a Kahoot, pode-se criar diversos modelos de perguntas, tais como: verdadeiro e falso, resposta digitada, múltipla escolha, enquete e votação, quebra-cabeça, entre outros. Os estudantes precisam responder essas questões dentro do tempo estipulado e no final eles podem visualizar o seu *ranking* em relação aos seus colegas. Na Tabela 1 é possível observar as questões sobre decisões arquiteturais utilizadas na aula gamificada utilizando a Kahoot.

*<https://kahoot.it/>

Tabela 1. Questões inseridas na Kahoot sobre decisões arquiteturais.

ID	Questões	Alternativas
Q01	Decisões arquiteturais são escolhas feitas para satisfazer objetivos e restrições do sistema?	a) verdadeiro ; b) falso
Q02	São categorias de decisões arquiteturais: existenciais, executivas e essenciais?	a) verdadeiro; b) falso
Q03	É um elemento pertencente às decisões arquiteturais da categoria existencial	a) linguagem Java; b) estilo arquitetural ; c) compilador; d) estrutura de dados
Q04	Não é um elemento pertencente às decisões arquiteturais da categoria executiva	a) linguagem Python; b) divisão da equipe de desenvolvimento; c) estilos arquiteturais ; d) scrum
Q05	Táticas arquiteturais não são decisões para favorecer os atributos de qualidade priorizados?	a) verdadeiro; b) falso
Q06	Decisões de tecnologias são escolhidas para favorecer os atributos de qualidade priorizados?	a) verdadeiro ; b) falso
Q07	Decisões estruturais estão relacionadas aos estilos escolhidos e ao formato da arquitetura?	a) verdadeiro ; b) falso
Q08	As táticas arquiteturais de disponibilidade não envolvem	a) tratamento de exceções ; b) detecção de falhas; c) recuperação de falhas; d) prevenção de falhas
Q09	As táticas arquiteturais de disponibilidade envolvem a replicação de servidores?	a) verdadeiro ; b) falso
Q10	As táticas arquiteturais de interoperabilidade envolvem a orquestração de informações?	a) verdadeiro ; b) falso
Q11	As táticas arquiteturais de interoperabilidade envolvem a padronização de comunicação?	a) verdadeiro ; b) falso
Q12	As táticas arquiteturais de modificabilidade não envolvem	a) coesão; b) descoberta de serviços ; c) encapsulamento; d) módulos
Q13	O único fator considerado nas táticas arquiteturais de desempenho é o limite tempo de resposta?	a) verdadeiro; b) falso

5. Discussões e Limitações

Após a exposição do conteúdo gamificado, os resultados obtidos das respostas dos alunos foram catalogados e posteriormente analisados. Os resultados das questões estão dispostos na Tabela 2. A primeira coluna apresenta uma identificação dos alunos, enquanto as demais colunas contemplam os resultados obtidos por cada questão. As células representadas por (✓) representam os resultados corretos. Os resultados apresentados por (X) representam questões respondidas erroneamente, enquanto o resultado (-) representa questões não respondidas no prazo determinado.

Com base nos resultados apresentados, identificou-se que existe uma média de 73,07% de respostas assertivas, enquanto o número de respostas erradas representa 22,37% dos resultados. As questões não respondidas em tempo determinado representam 4,54% dos resultados, para os quais ressalta-se a ocorrência de problemas de conectividade por parte dos discentes.

A questão Q04 apresenta o pior índice de resultados. Acredita-se que o tempo determinado para a resposta da questão (20 segundos) pode ter contribuído para esse resultado. Por tratar-se de uma questão com maior nível de profundidade, um tempo extra poderia facilitar a resolução da mesma. Portanto, para futuros estudos pretende-se reavaliar, de modo geral, o tempo determinado para cada questão.

Conforme esperado, as questões que apresentam como alternativas apenas duas possíveis respostas (Verdadeiro ou Falso) possuem os melhores resultados da avaliação. Esse resultado, embora positivo, precisa ser melhor avaliado em futuras avaliações, pois apresenta uma ameaça para validade do estudo. Ainda assim, acredita-se que o tempo

Tabela 2. Resultados das questões por aluno

Aluno	Questões												
	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Q11	Q12	Q13
A01	✓	✗	✓	✓	✓	✓	-	✗	✗	✗	✓	✗	✓
A02	✗	✗	✗	-	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗
A03	✓	-	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓
A04	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A05	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	-
A06	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A07	✓	-	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓
A08	✓	✗	✓	-	✓	✓	✓	-	✗	✗	✗	✓	✓
A09	✓	✗	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A10	✓	✗	✗	-	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
A11	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
A12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
A13	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
A14	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓
A15	-	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A16	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
A17	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
A18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
A19	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
A20	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓
A21	-	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A22	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓

proposto para as questões com essa característica eleva o nível de dificuldade para os discentes, contribuindo para uma avaliação mais assertiva.

Após a aplicação da aula gamificada, os estudantes também foram convidados a responder um instrumento denominado IMMS (do inglês, *Instructional Materials Motivation Survey*) para mensurar a motivação gerada para aprender conteúdos sobre decisões arquiteturais após a aplicação da gamificação. O IMMS é composto por 36 questões com cinco opções de resposta no forma de escala Likert, ou seja, variando de 1 a 5. As opções de respostas poderiam ser: (1) discordo totalmente; (2) discordo parcialmente; (3) indiferente; (4) concordo parcialmente; e (5) concordo plenamente. Dentre as 36 questões, 12 analisam a **atenção**, 9 analisam a **relevância**, 9 medem a **confiança** e 6 avaliam a **satisfação** dos estudante. Nesse sentido, o IMMS é um instrumento que aborda as quatro subescalas do modelo ARCS (atenção, Relevância, Confiança e Satisfação).

O modelo ARCS foi proposto por John Keller quando ele estava pesquisando formas de proporcionar motivação ao processo de aprendizagem. Esse modelo é fundamentado na teoria de valor-expectativa de Tolman e Lewin, o qual relata que pessoas ficam mais motivadas a aprender se houver um valor no conhecimento apresentado, por exemplo se satisfaz as necessidades pessoais e se há uma expectativa razoável de sucesso. Portanto, como resultado, observou-se que grande parte dos alunos se sentiram motivados em aprender os conteúdos sobre decisões arquiteturais após ter a aula gamificada. A Figura 1 ilustra as médias de cada componente do IMMS para mensurar a motivação.

Conforme ilustrado na figura, a **Atenção**, **Satisfação** e **Relevância** foram os fatores com melhor resultados no estudo. Por sua vez, a Confiança consiste na menor métrica avaliada pelo estudo. Acredita-se que isso tenha ocorrido devido ao conteúdo proposto, pois trata-se de um tópico abstrato e complexo. Ainda assim, de modo geral, as métricas

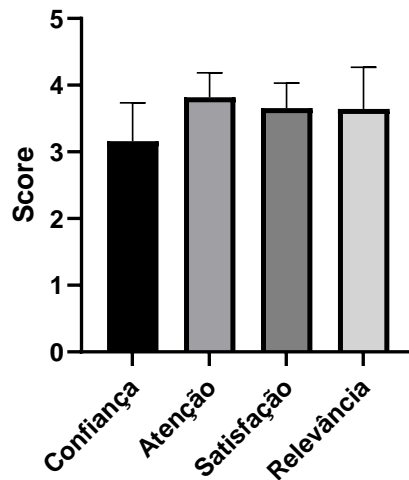


Figura 1. Média da motivação de cada componente do IMMS.

foram positivas, sendo corroboradas pelos relatos dos alunos durante e após a condução do estudo.

5.1. Lições aprendidas

Considerando os relatos compartilhados pelos discentes ao longo do curso, um deles transcrito abaixo, sugere que a gamificação aliada com o exercício prático contribuiu significativamente na vida profissional do discente: *O professor utilizou metodologias de ensino instigadoras de aprendizagem, que me motivaram na disciplina e me despertou o interesse pela disciplina. Essa disciplina causou uma verdadeira revolução no meu trabalho. Visto que em um sistema novo em desenvolvimento fez a minha equipe pensar bastante sobre as decisões arquiteturais relevantes para esse sistema e desenvolver a cultura de definição da arquitetura de software na equipe.*

Já considerando as lições apreendidas pelo docente, o mesmo relata que a gamificação proporcionou uma experiência gratificante na disciplina. Acredita-se que experiência agregou mais dinamismo na disciplina a medida que os conceitos eram apresentados e os discentes interagem por meio da ferramenta de apoio. No entanto, embora permita uma experiência satisfatória, o preparo das aulas exige maior tempo e dedicação do docente para organizar os materiais das aulas e torná-las gamificadas.

6. Conclusões e trabalhos futuros

A arquitetura de software pode ser definida como a estrutura ou estruturas do sistema, a qual é composta por elementos de software, propriedades externamente visíveis desses elementos e os seus relacionamentos. Nesse sentido, a arquitetura de software é responsável por representar os atributos de qualidade requeridos pelo cliente na construção dos produtos de software. Apesar disso, existe uma dificuldade em ensinar esses conteúdos para alunos da graduação, além da existência de uma desmotivação por parte dos alunos em aprender conceitos relacionados a esse tópico. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo principal explorar o uso da gamificação para ensinar conteúdos relacionados a decisões arquiteturais, e melhorar a motivação dos estudantes.

Após a aplicação da gamificação, observou-se que grande parte dos alunos sentiram motivados em aprender os conteúdos relacionados a decisões arquiteturais. Portanto,

os relatos dos alunos e os resultados obtidos sugerem que a gamificação pode ser uma forte aliada no ensino de decisões arquiteturais nos cursos de graduação. Como trabalho futuro, pretende-se conduzir uma avaliação experimental para analisar a completude e a eficácia das decisões arquiteturais tomadas por discentes de graduação para resolver problemas reais, avaliando o impacto da gamificação no ensino de arquitetura de software.

Referências

BALDWIN, W. C.; SAUSER, B. J.; BOARDMAN, J. Revisiting “The Meaning of Of” as a Theory for Collaborative System of Systems. **IEEE Systems Journal**, v. 11, n. 4, p. 2215–2226, 2017.

BASS, Len. **Software architecture in practice**. 3rd. Massachusetts, USA: Addison-Wesley, 2013.

BUSCHMANN, Frank. **Pattern-Oriented Software Architecture, A System of Patterns**. Ashish Raut, 1996.

CAPILLA, Rafael *et al.* Teaching students software architecture decision making. *In: SPRINGER. ECSA*. 2020. p. 231–246.

DETERDING, Sebastian *et al.* From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. *In: 15TH international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. 2011. p. 9–15.

DICHEVA, D. *et al.* Gamification in education: a systematic mapping study. **Educational Technology & Society**, JSTOR, v. 18, n. 3, p. 1–14, 2015.

DUBOIS, Daniel J.; TAMBURRELLI, Giordano. Understanding Gamification Mechanisms for Software Development. *In: PROC. of the ESEC/FSE 2013*. Saint Petersburg, Russia, 2013. p. 659–662.

GALSTER, Matthias; ANGELOV, Samuil. What makes teaching software architecture difficult? *In: IEEE. IEEE/ACM ICSE Companion*. 2016. p. 356–359.

GARCIA, Félix *et al.* A framework for gamification in software engineering. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 132, p. 21–40, 2017.

GONÇALVES, Anderson Cavalcante *et al.* Flipped Classroom Applied to Software Architecture Teaching. *In: IEEE Frontiers in Education Conference*. Uppsala, Sweden: IEEE, 2020. p. 1–8.

HAMARI, Juho; KOIVISTO, Jonna; SARSA, Harri. Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *In: 47TH HICSS*. 2014. p. 3025–3034.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice**. John Wiley & Sons, 2013.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education.** John Wiley & Sons, 2012.

KELLER, J. M. Development and use of the ARCS model of instructional design. **Journal of instructional development**, v. 10, n. 3, p. 2–10, 1987.

LI, Zheng. Using Public and Free Platform-as-a-Service (PaaS) Based Lightweight Projects for Software Architecture Education. *In: ACM/IEEE 42nd ICSE.* Seoul, South Korea, 2020. p. 1–11.

MAYER, Benjamin; WEINREICH, Rainer. The Effect of Gamification on Software Architecture Knowledge Management: A Student Experiment and Focus Group Study. *In: 34TH ACM SAC.* Limassol, Cyprus, 2019.

MESBAH, Ali; VAN DEURSEN, Arie. An architectural style for Ajax. *In: IEEE. 2007 WICSA.* 2007. p. 1–9.

MUKETHA, Geoffrey. A Review of Agent Based Interoperability Frameworks and Interoperability Assessment Models. **Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)**, 2014.

NUNES, Ricardo Rodrigues *et al.* Enhancing students' motivation to learn software engineering programming techniques: a collaborative and social interaction approach. *In: UAHCI.* 2015. p. 189–201.

OUH, Eng Lieh; IRAWAN, Yunghans. Applying case-based learning for a postgraduate software architecture course. *In: ACM ITiCSE.* 2019. p. 457–463.

RODRIGUES, Pedro; SOUZA, Mauricio; FIGUEIREDO, Eduardo. Games and gamification in software engineering education: A survey with educators. *In: IEEE Frontiers in Education Conference.* 2018. p. 1–9.

RUPAKHETI, Chandan R; CHENOWETH, Stephen V. Teaching software architecture to undergraduate students: an experience report. *In: IEEE/ACM ICSE.* 2015. v. 2, p. 445–454.

SMITH-ROBBINS, Sarah. This game sucks: How to improve the gamification of education. **EDUCAUSE review**, v. 46, n. 1, p. 58–59, 2011.

VALLE, Pedro Henrique Dias; VILELA, Ricardo Ferreira; HERNANDES, Elis Evolino. Does Gamification Improve the Training of Software Testers? A Preliminary Study from the Industry Perspective. *In: SBQS.* São Luis, Brazil, 2020.

VALLE, Pedro Henrique Dias.; GARCÉS, Lina; NAKAGAWA, Elisa Yumi. A Typology of Architectural Strategies for Interoperability. *In: SBCARS.* Salvador, Brazil, 2019. p. 3–12.