

Gamificação no ensino de Engenharia de Software: Um estudo terciário

Abstract

A educação tem sido um campo fértil para aplicação da gamificação, visto que, tal abordagem pode deixar as aulas mais atraentes fazendo uso dos elementos dos jogos. Geralmente, esses elementos são utilizados com intuito de obter mais engajamento e motivação dos estudantes, transformando o aprendizado em uma experiência significativa. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi realizar um estudo terciário para investigar o uso da gamificação no contexto do ensino de Engenharia de Software (ES). O protocolo seguindo neste estudo foi planejado e executado com o apoio da ferramenta Start (*State of the Art through Systematic Review*). De acordo com as análises realizadas, a gamificação é utilizada de duas formas, de conteúdo e estrutural. E os resultados comprovam seu potencial de aumentar o engajamento e motivação dos estudantes. Além disso, pode agir em outros aspectos como melhoria do desempenho, senso de trabalho em equipe e liderança, e estimulando as boas práticas da ES. No entanto, quando não planejada e aplicada da forma incorreta, a gamificação pode causar perda significativa de desempenho, e de motivação. As áreas da ES mais gamificadas formam: Teste de software e Qualidade de Software. E os elementos de gamificação mais utilizados são: Reconhecimento e Estatísticas.

Keywords: Gamificação, Educação em Engenharia de Software, Estudo Terciário

1. Introdução

Uma das propostas da gamificação é tornar as aulas mais atraentes através do dinamismo oferecido pelos jogos, esse é um conceito que tem ganhado

espaço na educação, visto que esta área necessita constantemente de novas estratégias, principalmente as que estejam relacionadas com motivação e engajamento. A gamificação implica no ato de utilizar, em outros contextos, os elementos tradicionalmente encontrados em *games*, como narrativa, sistema de *feedback*, sistema de recompensas, diversão, competição, tentativa e erro, entre outras [1].

Esses elementos são utilizados com o intuito de obter o mesmo engajamento e motivação que normalmente é possível observar em jogadores que interagem com bons *games*. Esses elementos encontrados nos jogos funcionam como um mecanismo de motivação do indivíduo, contribuindo para o seu envolvimento nos mais variados ambientes [2]. Sendo assim, a gamificação pode ser aplicada em diversos campos da atividade humana, visto que a linguagem e a metodologia dos *games* pode ser eficaz na resolução de problemas em diversas áreas [1].

Na educação, a gamificação pode transformar o aprendizado em uma experiência significativa, proporcionando um maior engajamento dos estudantes se comparado às metodologias tradicionais, além de dar ao discente a oportunidade de se tornar protagonista do processo, desenvolvendo uma maior autonomia para explorar novos conhecimentos [2]. Além disso, a gamificação pode influenciar também no aspecto motivacional do estudante, uma vez que pode inspirar a curiosidade e criar incentivos de aprendizagem [3].

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo terciário para investigar o uso da gamificação no contexto do ensino de Engenharia de Software (ES). Objetivou-se entender como a gamificação tem sido aplicada, em quais áreas da ES, quais os elementos são utilizados, e quais os impactos do uso de tal abordagem (positivos ou negativos). O protocolo seguido neste estudo foi planejado por meio da ferramenta StArt (*State of the Art through Systematic Review*), que serviu de apoio durante a execução de todos os processos.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é feita uma apresentação conceitual sobre gamificação, na Seção 3 é apresentada a metodologia adotada, na Seção 4 são apresentados e discutidos os resultados, e por fim na Seção 5 é feita a conclusão deste trabalho.

2. Gamificação

A gamificação originou-se de jogos digitais, que é definido de várias formas, dentre elas Koster and Wright [4] define como um “sistema que expõe

o jogador a desafios abstratos regido por um sistema de regras, interatividade e feedback contínuo, com resultados pré-determinados que provocam uma reação emocional”; Salen et al. [5] como um “sistema que engaja o jogador em um conflito virtual regido por um sistema de regras que contém um resultado conhecido e justificado”; McGonigal [6] diz que “um jogo possui objetivo que fornece um proposito, regras que são as limitações para atingir o objetivo, feedback que avalia o jogador e o quão próximo o objetivo está e participação voluntária aceitando o objetivo, as regras e o feedback fornecidos pelo jogo”.

Utilizando elementos dos jogos digitais é possível auxiliar na educação de jovens e adolescentes que estão familiarizados com esses recursos e tecnologias. Surge a ideia de gamificação que pode ser definida por Kapp [7], dizendo que é o uso das mecânicas baseadas em jogos, da sua estética e lógica para engajar as pessoas, motivar ações, promover a aprendizagem e resolver problemas; e Deterding et al. [8] que propõe gamificação como a utilização de elementos de jogos fora do seu contexto original.

Como forma de visualizar o potencial da gamificação na educação, podemos observar uma utilização da abordagem para o aprendizado de programação com o jogo CodeCombat disponível em 50 idiomas e desde 2013 cativa cerca de 5 milhões de jogadores em mais de 200 países totalizando mais de 1 bilhão de linhas de códigos através de muitas linguagens diferentes. Por meio das interações com os personagens de ação o estudante pode aprender os conceitos de programação e aplicar na prática.

Outra organização sem fins lucrativos chamada Code.org conta com dezenas de milhões de acessos em suas atividades de programação gamificadas que estão disponíveis em 67 idiomas e são acessadas em mais de 180 países. Contendo uma diversidade de atividades práticas para crianças, jovens e adultos a plataforma já foi utilizada em mais de 15 mil escolas que estão auxiliando no entendimento da lógica computacional e das Ciências da Computação.

Além disso, o Duolingo é uma das mais famosas e elogiadas plataformas de aprendizagem de idiomas com mais de 300 milhões de alunos, possuindo diversas premiações incluindo *Google’s Best of the Best* em dois anos consecutivos e avaliada em \$1.5 bilhões, remete a outro exemplo de utilização bem sucedida da gamificação. Ela é totalmente gratuita e conta com aplicativo *mobile* para Android, iOS, Windows Phone e disponibilidade web.

Segundo Kapp [7] a gamificação necessita de componentes aliados a uma regra para provocar uma interação e estados emocionais que o jogo proporciona por meio da estética. Como mecânicas, temos os elementos usados em

jogos como placares, sistema de pontos, níveis de dificuldade, restrição de tempo e medalhas.

A gamificação é um recurso para tornar o aprendizado mais atrativo, colaborativo, assim, com um melhor desempenho na formação. Com isso, a gamificação do ensino de Engenharia de Software pode gerar uma melhoria significativa na educação pela diferente possibilidade de instigar a motivação dos alunos.

3. Metodologia

Nesta seção é descrita a metodologia seguida para a realização deste estudo terciário. Todo o processo de planejamento, execução e extração de dados foi realizado utilizando como apoio a ferramenta StArt, e o arquivo gerado está disponível para consulta ¹. A primeira fase do trabalho foi a elaboração do protocolo, no qual foram definidos os objetivos do estudo, as questões de pesquisa, as bases de dados para busca, critérios de inclusão e exclusão, e demais itens e etapas a serem seguidas durante o processo. As publicações selecionadas foram estudos secundários do tipo mapeamento sistemático ou revisão sistemática da literatura.

Como objetivo principal planeja-se entender como a gamificação tem sido utilizada no ensino de Engenharia de Software, ou seja, quais estratégias são adotadas, em quais áreas são aplicadas, quais elementos são utilizados, e seus possíveis impactos, sejam positivos ou negativos. Diante disso, foram elaboradas as questões de pesquisa, sendo elas:

- RQ0: Quais as estratégias utilizadas para aplicação da gamificação no ensino de ES?
- RQ1: Quais áreas de conhecimento da Engenharia de Software foram gamificadas?
- RQ2: Quais elementos da gamificação são utilizados?
- RQ3: Quais os impactos da gamificação no ensino de ES?

O processo de busca, seleção e extração de dados será apresentado, em detalhes, nas seções seguintes.

¹<https://figshare.com/s/a971760938ba4ff929f9>

3.0.1. Busca dos Estudos

Após a definição das questões de pesquisa, seguindo o protocolo na ferramenta StArt, foram definidas as palavras-chaves relacionadas ao estudo, sendo elas: *software engineering, education, gamification, secondary studies*. O próximo passo foi a definição das bases de dados para busca das publicações. Os critérios utilizados para selecionar tais bases foram: bases clássicas de Ciência da Computação; bases que indexam periódicos e conferências conhecidas na área de Engenharia de Software; e bases de dados ativas. Levando em consideração os critérios, as bases selecionadas foram ACM Library, IEEE Xplore, Springer, Scopus, e Web of Science.

Com as bases definidas, foi elaborada a *string* de busca. Tal *string* foi composta pelas palavras-chaves e seus sinônimos, e pelos operadores lógicos AND e OR, utilizados para relacionar os termos definidos para a busca. Os sinônimos definidos para cada palavra-chave foram:

- **Software Engineering:** *software design, software process, software requirements, software testing, software risk, software integration, software construction, software implementation, software verification, software validation, software metrics, software maintenance, software configuration, project planning, project assessment.*
- **Education:** *Educational, course, teaching, learning, training.*
- **Gamification:** *gamified, gamifies, gamify, gamifying.*
- **Secondary Studies:** *systematic literature review, systematic review, research review, research synthesis, research integration, systematic overview, systematic research synthesis, integrative research review, integrative review, mapping study, scoping study, systematic mapping.*

Ao combinar todos os termos chegamos a seguinte ***string* de busca**:

("gamification" OR "gamified" OR "gamifies" OR "gamify" OR "gamifying") AND ("Software Engineering" OR "software design" OR "software process" OR "software requirements" OR "software testing" OR "software risk" OR "software integration" OR "software construction" OR "software implementation" OR "software verification" OR "software validation" OR "software metrics" OR "software maintenance" OR "software configuration" OR "project planning" OR "project assessment") AND ("education" OR

*"educational" OR "course" OR "teaching" OR "learning" OR "training")
AND ("systematic literature review" OR "systematic review" OR "research
review" OR "research sysnthesis" OR "research integration" OR "systematic
overview" OR "systematic research sysnthesis" OR "integrative reasearch re-
view" OR "integrative review" OR "mapping study" OR "scoping study" OR
"systematic mapping")*

A próxima etapa consistiu na aplicação das buscas nas bases selecionadas utilizando a *string*. Não houve limitação de tempo/ano para busca das publicações, ou seja, as buscas retornaram estudos de todos os anos. Tal decisão foi tomada devido ao fato de que o termo gamificação é relativamente novo, e os estudos secundários relacionados a esse assunto são recentes. Sendo assim, as buscas retornaram um total de 670 publicações, divididas entre as 5 bases. Na Figura 1 é apresentado o número de publicações por base de dados.

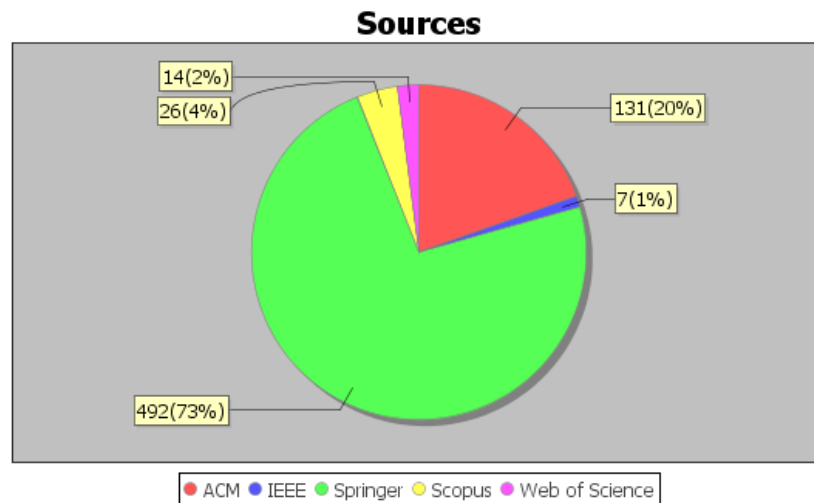


Figure 1: Número de publicações por base de dados.

3.0.2. Seleção dos Estudos

Definidas as bases de dados e a *string* de busca, foram elaborados os critérios de inclusão e exclusão para seleção dos estudos. Esses critérios foram criados pensando no objetivo do estudo e nas questões de pesquisa definidas. Os **critérios de inclusão** são:

- (I) Estudos que consideram gamificação no contexto do ensino em Engenharia de Software.
- (I) Estudos que sejam capazes de responder as questões de pesquisa.

Os **critérios de exclusão**:

- (E) Estudos que não se adequem aos critérios de inclusão.
- (E) Estudos que tratam de jogos sérios ou de outras abordagens relacionadas a gamificação, e não de gamificação em específico.
- (E) Estudos que não sigam protocolos de mapeamento sistemático ou revisões sistemática.
- (E) Estudos que não estejam na língua inglesa.
- (E) Estudos disponibilizados de forma incompleta ou que são chamadas de eventos ou periódicos.
- (E) Estudos com *score* igual = 0.
- (E) Estudos duplicados ou versões anteriores de trabalhos já selecionados.

Após a realização das buscas, iniciou-se a etapa de seleção dos estudos, que consistiu na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para eliminar as publicações que não se adequavam ao propósito do estudo. O primeiro critério aplicado no conjunto inicial retornado na busca foi o critério de *score* = 0. Uma pontuação foi definida para classificar a qualidade dos estudos de acordo com o número de palavras-chaves encontradas em partes do texto. A pontuação foi atribuída da seguinte maneira: 5 pontos para termos encontrados no título do estudo; 3 pontos para termos encontrados no resumo; e 1 ponto para termos encontrados nas palavras-chaves do estudo.

As publicações que apresentaram *score*=0 foram rejeitadas, sendo um total de 504 artigos rejeitados nesta fase. O passo seguinte foi a leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves dos 166 artigos restantes. Foram aplicados os demais critérios de inclusão e exclusão para definir se a publicação se enquadrava ou não no escopo do estudo. Por fim, foram aceitos apenas 21 artigos. Foi realizada ainda uma outra análise para identificar publicações duplicadas, sendo rejeitadas mais 5 publicações. Na Figura 2 é apresentado um gráfico com a proporção de publicações aceitas, rejeitadas e duplicadas. Apenas 16 publicações seguiram para a fase de extração de dados.

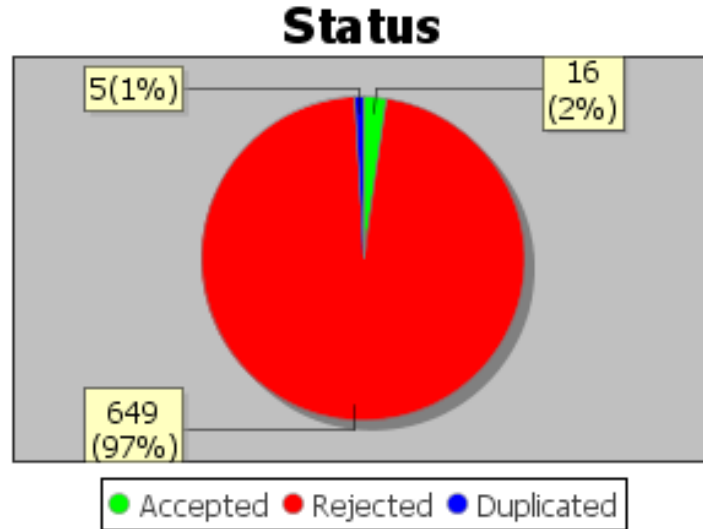


Figure 2: Proporção de publicações aceitas, rejeitadas e duplicadas.

3.1. Extração de Dados das publicações

Nesta etapa foram analisadas 16 publicações, as quais foram lidas por completo. A leitura foi realizado por três pesquisadores, de forma separada, no qual cada um fez a leitura dos 16 artigos aceitos. Levando em consideração os critérios de inclusão e exclusão foram rejeitados mais 5 artigos nesta etapa, que não se adequavam aos critérios de inclusão. Os pesquisados entraram em consenso sobre os artigos que não se adequavam ao escopo do estudo por meio de reuniões para discussão. Na Tabela 1 são apresentados as bases de dados com os respectivos números de publicações retornados no processo de busca, e o número de publicações finais incluídas neste estudo.

Base de Dados	Retornados	Incluídos
ACM library	131	2
IEEE Xplore	7	0
Scopus	26	1
Springer	472	6
Web of Science	17	2
Total	670	11

Table 1: Número de publicações retornadas e incluídas por base de dados.

A extração dos dados do conjunto final de publicações (11 publicações),

foi realizada com o auxílio da ferramenta StArt, na qual foram definidos campos para extração, sendo eles: título, autores, ano, tipo de estudo, local de publicação, veículo de publicação, estratégia de gamificação, área de conhecimento da ES, elementos de gamificação, e impactos positivos e negativos da gamificação. Tais informações foram extraídas dos artigos após a leitura completa e analisadas em busca de responder as questões de pesquisa propostas neste trabalho. Na Tabela 2 são apresentados os trabalhos incluídos, ano de publicação, base de dados e tipo de estudo, respectivamente.

Trabalhos	Ano	Base	Tipo de Estudo
[9]	2018	Web of Science	Mapeamento
[10]	2018	ACM	Mapeamento
[11]	2020	Springer	Revisão
[12]	2016	Scopus	Revisão
[13]	2017	Springer	Revisão
[14]	2017	Springer	Mapeamento
[15]	2018	Springer	Revisão
[16]	2018	Web of Science	Mapeamento
[17]	2017	ACM	Mapeamento
[18]	2018	Springer	Revisão
[19]	2017	Springer	Revisão

Table 2: Trabalhos finais incluídos no estudo terciário.

4. Resultados

Foram incluídos para extração e análise de resultados 11 estudos secundários, sendo 6 revisões sistemáticas da literatura, e 5 mapeamentos sistemáticos. Poucos estudos tinham foco específico na investigação do uso da gamificação no ensino de ES [15, 17, 16, 18, 9, 10]. Desta forma, devida a pequena quantidade de trabalhos retornados que focassem apenas no ensino de ES, optou-se por explorar outros trabalhos que trouxessem a análise de estudos primários sobre o uso da gamificação no ensino de ES, mesmo que o foco específico do trabalho não fosse apenas na área de ES.

Sendo assim, alguns trabalhos selecionados não abordam apenas estudos de ES, mas trazem uma investigação sobre várias publicações desta área [11, 12, 19, 13, 14]. Tais trabalhos são capazes de responder as questões de pesquisa definidas, por isso foram incluídos neste estudo.

A gamificação no ensino de ES é um tema relativamente recente, por isso os trabalhos retornados ficaram entre os anos de 2016 e 2020. Na Figura 3 é apresentada uma relação do número de publicações por ano. É possível notar que o maior número de publicações de estudos secundários relacionados ao uso de gamificação no ensino de ES foi em 2018, com 5 publicações. Nota-se ainda que em 2019 não foi identificado nenhum estudo secundário.

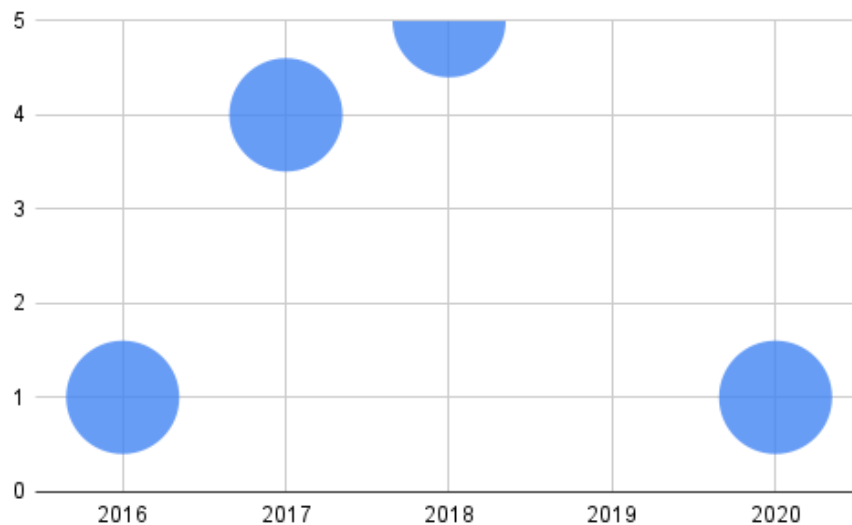


Figure 3: Relação de publicações por ano.

Nas subseções seguintes serão respondidas as questões de pesquisa propostas para este estudo terciário.

4.1. RQ0 - Quais as estratégias utilizadas para aplicação da gamificação no ensino de ES?

A primeira questão de pesquisa foca em distinguir como os trabalhos analisados enxergaram e interpretaram a utilização da gamificação entre dois tipos, a fim de entender qual abordagem foi mais vista dentro dos estudos secundários. A diferença relacionada ao uso dos elementos de jogos está no foco onde o mesmo é aplicado, o que indica se a gamificação é **estrutural** ou de **conteúdo**.

Aplicar os elementos, como insignias, pontos e placares no meio utilizado para o ensino, por exemplo, configura como uma gamificação estrutural. O

meio de ensino pode ser uma plataforma online, ferramenta utilizada e a sala de aula que também pode receber os elementos de maneira criativa e não virtual. Cabe ao professor, instrutor, encontrar a melhor maneira de aplicar os elementos no seu próprio contexto, com o objetivo de satisfazer suas necessidades de apoiar o ensino e aprendizagem.

Enquanto isso, a abordagem que configura como gamificação de conteúdo aplica esses elementos no material utilizado durante a aprendizagem. Ao contrário da gamificação estrutural, nesse caso os elementos não são aplicados no meio de ensino, e não são utilizadas plataformas gamificadas. Diante disso, o aluno é protagonista de uma história que sendo ele o personagem principal, terá como resultado a exposição aos conteúdos e aprenderá durante a realização das tarefas do artefato gamificado.

Na revisão sistemática de Trinidad et al. [15], a gamificação é tratada de forma estrutural pelos autores, falando sobre os elementos que gamificam a estrutura de aprendizagem. A aplicação da gamificação nos artefatos de software é descrita em 4 fases, modelagem de negócios e requisitos, design, implementação e monitoramento. Contudo, sobre a aplicação desses elementos e desenvolvimento dos artefatos, Trinidad et al. [15] diz que é preciso possuir conhecimentos sobre as ferramentas para garantir a gamificação e o processo dela de forma que seu uso ajude a alcançar nossos objetivos.

O mapeamento sistemático realizado por Maurício et al. [16], distingue termos para gamificação, sendo ela uma referência de utilização dos elementos de jogos fora do seu contexto original, diferentemente de jogos sérios. Em um dos relatos do mapeamento, é citada a utilização de pontos, distintivos e tabelas de classificação para promover a competição e, conseqüentemente, motivar os alunos. Esses elementos estão sendo utilizados de forma a gamificar o meio de aprendizagem, diferentemente da gamificação de conteúdo que gamifica a matéria do tema.

Dos mesmos autores, o mapeamento sistemático por Souza et al. [17] aponta os dois tipos de gamificação, a estrutural e de conteúdo. No trabalho, são descritos os tipos como estrutural aplicando os elementos de jogos focado em ressignificar a sala de aula ou o layout da aula. Já o segundo tipo foca na gamificação do tema da aprendizagem em si, induzindo os alunos a aplicar ou desenvolver novas habilidades para alcançar um melhor desempenho, Souza et al. [17].

Na revisão sistemática realizada por Mora et al. [19] e no mapeamento dos autores Machuca-Villegas and Gasca-Hurtado [18] a gamificação é abordada de forma mais ampla, não distinguindo as diferentes abordagens de

conteúdo e estrutural da gamificação. Ambos trabalhos ainda levantam elementos que podem ser aplicados nas abordagens, como autorrepresentações, ambientes 3D, narrativas, comentários, reputações, placares, regras econômicas, competição sob regras, equipes, comunicação e pressão de tempo.

No trabalho de mapeamento sistemático de Alhammad and Moreno [9], são apresentadas quatro soluções de implementação da gamificação, sendo a utilização ou desenvolvimento de *plug-ins*, desenvolvimento ou utilização de um ambiente de aprendizagem já gamificado, uma implementação manual da gamificação e o uso de software de terceiros para apoiar essa gamificação. Se tratando de ambientes de aprendizagem, a aplicação de elementos de jogos no meio de aprender reflete a gamificação estrutural. Os autores falam sobre os diferentes tipos de implementação, como o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem gamificado, diretamente relacionado com a gamificação estrutural, além do desenvolvimento também é possível utilizar um ambiente já desenvolvido. Outra implementação seria utilizar *plug-ins* para gamificar um ambiente que não possui mecânica de jogos, da mesma forma relacionado com a aplicação dos elementos no meio de aprendizagem.

Na revisão por Jesus et al. [10], a gamificação é unicamente abordada de forma estrutural, aplicando os conceitos e elementos de jogos em ambientes de aprendizagem e de execução de atividades de fixação de conhecimento. O conteúdo abordado não foi gamificado, de modo que a gamificação de conteúdo não ocorreu nos trabalhos analisados durante a revisão.

Enquanto isso, a revisão sistemática por Indriasari et al. [11] foram encontrados estudos aplicando os conceitos de gamificação dentro do ambiente de aprendizagem, esses conceitos foram aplicados em salas de aula. Neste caso, os pesquisadores adotaram o foco na gamificação em sala de aula envolvendo atividades de revisão por pares. A gamificação na sala de aula pode apoiar os alunos de uma turma no engajamento e tornar a experiência de realização das atividades de fixação de conhecimento mais interessantes.

O trabalho de Darejeh and Salim [12] não responde essa questão de pesquisa, pois trabalha focado em frameworks. De certa forma, os autores relacionam e comparam os frameworks estudados como processo de gamificação para solução.

Na revisão de Dichev and Dicheva [13], são estudados os casos de gamificação estrutural, visto que boa parte dos artigos se tratavam de cursos online gamificados, possuindo atividades de fixação de conhecimento gamificadas. Sendo assim, a abordagem de gamificação dos trabalhos está focada em gamificar a estrutura de aprendizado que apoia os alunos na motivação

de realizar as atividades.

Por último, o mapeamento de Toda et al. [14] aponta os efeitos negativos da gamificação em ambientes virtuais. Nesse trabalho a gamificação é abordada de forma geral, não distinguindo claramente se é utilizada uma abordagem estrutural ou de conteúdo. Contudo, os elementos mais encontrados pelos pesquisadores podem estar mais relacionados com a gamificação estrutural, como a utilização dos placares, pontos e níveis nos ambientes de aprendizagem.

Em síntese, os trabalhos de mapeamento e revisão encontrados abordam a gamificação na sua grande maioria como estrutural. Não foram identificados estudos que utilizassem apenas a abordagem da gamificação de conteúdo. Alguns estudos não distinguem as abordagens estrutural e de conteúdo, buscando diferenciar as implementações de gamificação por outros aspectos mais abstratos. Contudo, no trabalho de Souza et al. [17] são elucidadas ambas abordagens, por último os autores apontam que a abordagem estrutural é mais comumente encontrada.

4.2. RQ1 - Quais áreas de conhecimento da ES foram gamificadas?

Teste de Software é uma das áreas mais identificadas, verificado em quatro trabalhos [9, 10, 16, 17] bem como a área de Qualidade de Software presente em quatro trabalhos também [9, 18, 16, 17]. Na revisão de Trinidad et al. [15] e nos mapeamentos de Maurício et al. [16] e Souza et al. [17] estão presentes a área de Requisitos de Software, e Modelos e Métodos de ES. As áreas de Design de Software e Processos de ES foram citadas em três mapeamentos [9, 16, 17].

No mapeamento de Toda et al. [14] e nas revisões de Indriasari et al. [11] e Dichev and Dicheva [13] foram constatadas as áreas de Fundamentos de Computação, Fundamentos Matemáticos e Fundamentos de Engenharia. Esses trabalhos são aqueles que não são especificamente da ES, mas que trazem trabalhos desta área nos resultados.

A área de Construção de Software está presente nos trabalhos de Alhammad and Moreno [9] e Machuca-Villegas and Gasca-Hurtado [18]. Nos mapeamentos de Maurício et al. [16] e Souza et al. [17] foi identificada a área de Práticas Profissionais de ES. Manutenção de software e Gerenciamento de Configuração de Software é citado no mapeamento de Alhammad and Moreno [9]. E Gerenciamento de ES na revisão de Machuca-Villegas and Gasca-Hurtado [18].

A figura 4 apresenta as ocorrências de cada área da ES, sendo que as áreas de Teste de Software e Qualidade de Software aparecem quatro vezes, e foram as áreas mais citadas.

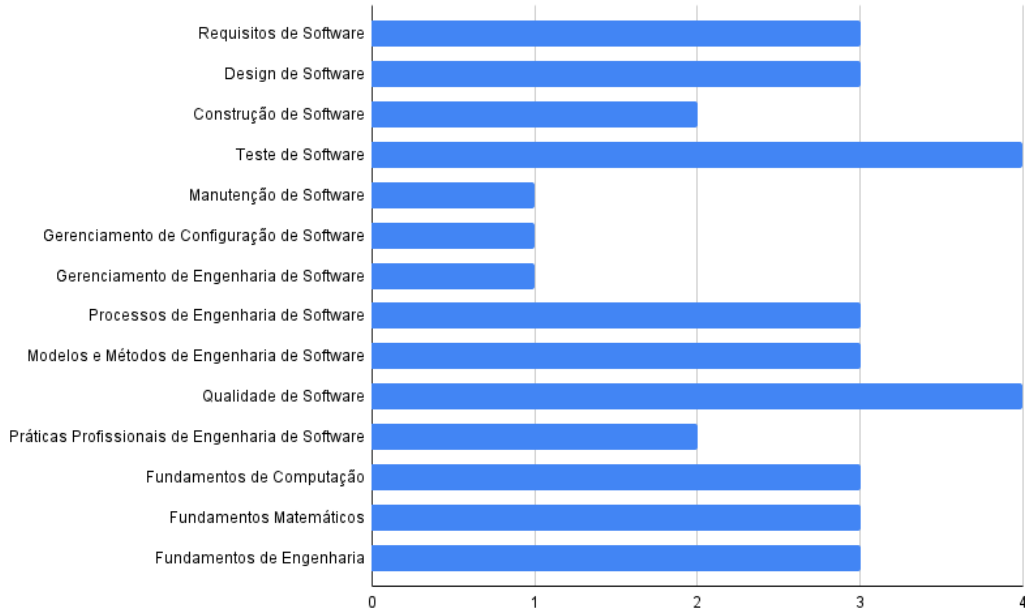


Figure 4: Áreas da engenharia de software gamificadas

4.3. RQ2 - Quais elementos da gamificação são utilizados?

Os elementos da gamificação identificados nos estudos foram categorizados utilizando a taxonomia proposta por Toda et al. [20], a Figura 5 descreve os elementos da gamificação e suas respectivas dimensões.



Figure 5: Elementos e dimensões de gamificação adaptado de Toda et al. [20]

Na figura 6 os elementos identificados estão separados em cinco dimensões, a dimensão de desempenho apresenta cinco elementos e também os dois elementos utilizados que são: reconhecimento, usado 24 vezes, e estatísticas

utilizado 14 vezes. Para encontrar elemento reconhecimento foram buscados como seus sinônimos: *Rewards, Achievements, Awards, Gifts, Badges, Virtual Gift, Prize* e *Immediate Feedback*. Do elemento estatísticas foram utilizados os sinônimos: *Status, Feedback, Dashboard, Social Graph* e *Avatar*.

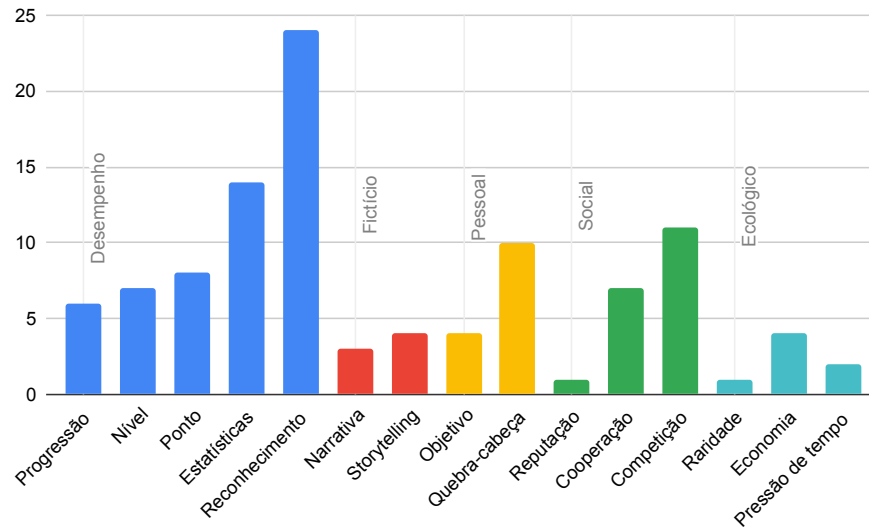


Figure 6: Elementos de gamificação identificados

Ainda na dimensão de desempenho temos pontos com 8, nível com 7 e progressão com 6 ocorrências respectivamente. Nesta dimensão também foi verificado a ocorrência de 57 elementos. Na busca do elemento ponto foram utilizados os termos: *Points* e *Scores*. Nível utilizou o sinônimo *Levels*. Progressão utilizou os sinônimos *Progress Bar* e *Progression* na busca.

Na dimensão social o elemento competição se destaca com 11 ocorrências. Cooperação aparece 7 vezes e reputação apenas uma. Os sinônimos utilizados na busca do elemento competição foram: *Leaderboards, Competition, Ranking* e *Duel*. Para o elemento cooperação foram buscados os termos: *Collaboration, Teams, Sharing, Relationships* e *Social Relation*. Reputação usou como sinônimo Status Social. O elemento pressão social não teve ocorrências.

O elemento com maior frequência na dimensão pessoal é o quebra-cabeça, aparecendo 10 vezes. Enquanto que objetivo aparece 4 vezes. Quebra-cabeça teve como sinônimos *Challenges, Quests* e *Boss Fight* em sua busca. Objetivo usou como sinônimos os termos: *Milestones, Win States, Mission* e *Clear Goal*. Os elementos renovação e novidade não foram encontrados.

Da dimensão fictício o elemento *storytelling* aparece 4 vezes e narrativa 3. *Storytelling* teve como sinônimos durante as buscas: *Storytelling*, *Story* e *Emotions*. Narrativa por sua vez utilizou como sinônimos em sua busca: *Altruism* e *Narrative*.

A dimensão ecológico tem o elemento economia ocorrendo quatro vezes, pressão de tempo 2 e raridade 1. Durante as buscas do elemento economia foram utilizados os termos: *Marketplace*, *Economies* e *Resource Acquisition*. Pressão de tempo foi pesquisado como: *Time Pressure*. E raridade foi buscado como: *Content Unlocking*. Os elementos escolha imposta e chance não foram identificados.

4.4. RQ3 - Quais os impactos da gamificação no ensino de ES?

O objetivo dessa questão de pesquisa foi tentar entender quais os impactos que a gamificação tem no ensino de ES. Tais impactos foram divididos em impactos positivos e negativos. Dos 11 trabalhos incluídos neste estudo terciário, apenas 6 foram capazes de responder esta questão de pesquisa.

Como impacto positivo, no mapeamento sistemático realizado por Alhammad and Moreno [9] os benefícios ligados a gamificação, apresentados nos estudos primários, foram agrupados em quatro categorias. A primeira categoria apresentada por Alhammad and Moreno [9] trata do aumento do envolvimento, visto que os cursos gamificados podem estimular e manter o interesse dos estudantes em aprender um determinado assunto ou tópico.

Outro ponto citado foi a melhoria no desempenho dos estudantes. A gamificação pode aprimorar a forma como os estudantes aprendem, tornando o processo de aprendizagem mais fácil e prazeroso, o que consequentemente pode influenciar no desempenho em geral. O terceiro ponto foi o incentivo ao uso das melhores práticas de ES, neste caso a gamificação não está relacionada diretamente ao processo de aprendizagem, mas na aplicação das práticas aprendidas. Por fim, a quarta categoria apresentada diz respeito a melhoria das habilidades sociais e de equipe, tendo a gamificação o papel de estimular a colaboração, liderança e senso de pertencimento.

O mapeamento realizado por Jesus et al. [10] também trás algumas informações que colaboram com os achados no trabalho de Alhammad and Moreno [9], como o aumento do envolvimento e motivação, melhoria no desempenho e desenvolvimento de habilidades, facilitação no processo de fixação de conteúdos, estimulação da colaboração e criatividade, e aumento de engajamento. Além disso, são apresentados outros benefícios relacionados a gamificação, sendo eles: aumentar a persuasão visando incentivar as

pessoas a terem os comportamentos esperados; aprimorar o monitoramento de todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento de artefatos de software complexos; aumentar a consciência das pessoas em relação ao seu desempenho e resultados; impulsionar a adoção de testes de software incentivando os desenvolvedores a realizar testes até que se tornem um hábito; melhorar o treinamento para realizar testes de software ou outras atividades relacionadas ao desenvolvimento de software.

As revisões sistemáticas realizadas por Indriasari et al. [11] e Darejeh and Salim [12] também trazem a engajamento como um dos principais aspectos positivos do uso da gamificação. Indriasari et al. [11] citam ainda o aumento de desempenho e na realização das atividades. A revisão feita por Dichev and Dicheva [13] também colabora com tais informações, citando benefícios como: melhora o período de retenção e o desempenho de aprendizagem; aumenta a retenção de conhecimento, reduz o desgaste; aumenta o engajamento e o aprendizado; e aumenta os resultados de aprendizagem e motivação. A Tabela 3 apresenta uma síntese dos principais impactos positivos relacionados a gamificação, e respectivamente os trabalhos que os citam.

Aspectos Positivos	Trabalhos
Engajamento	[9], [10], [11], [12], [13].
Melhorar o desempenho	[9], [10], [11], [13].
Incentivar boas práticas de ES	[9], [10].
Estimular a colaboração, liderança e trabalho em equipe	[9], [10].
Aumentar a retenção de conhecimento, e reduzir o desgaste	[10], [13].
Aumentar a motivação	[9], [10], [13].

Table 3: Principais impactos positivos da gamificação.

No entanto, o trabalho de Dichev and Dicheva [13] também aponta alguns aspectos negativos da gamificação, como um possível efeito prejudicial para a motivação, satisfação e capacitação dos estudantes, a depender da forma como é utilizada. Outro trabalho que trouxe aspectos negativos foi o mapeamento sistemático realizado por Toda et al. [14], que teve foco específico em identificar os efeitos negativos da gamificação.

A perda de desempenho foi um dos aspectos mais citados nos estudos primários identificados por Toda et al. [14], sendo que esse problema surge

de tarefas e situações em que a gamificação pode atrapalhar o processo de aprendizagem dos estudantes, devido a efeitos desmotivadores. Esses efeitos estavam relacionados aos seguintes aspectos: os estudantes não entendiam as regras e isso prejudicava seu desempenho; estudantes que eram mais ativos na atividade gamificada pontuaram mais baixo do que seus colegas, pois estavam mais focados na mecânica gamificada do que na avaliação; os alunos sentiram que as atividades gamificadas eram muito difíceis, o que também impactou suas notas.

O segundo problema mais recorrente apresentado por Toda et al. [14] foi o comportamento indesejado. Isso ocorreu porque a gamificação causou um efeito diferente (positivo ou negativo) no contexto de aprendizagem em que foi aplicada, seja pela falta de planejamento, ou pelo planejamento inadequado. Outro aspecto negativo citado foi a indiferença, que ocorre quando a gamificação não influencia, para melhor ou para pior, os estudantes dentro da aplicação. De modo geral, a gamificação não melhorou o ganho de conhecimento dos estudantes em comparação com o método de aprendizagem tradicional. Por fim, um último aspecto relatado por Toda et al. [14] foram os efeitos decrescentes relacionados a perda de motivação e engajamento devido ao processo de gamificação implantado. Apesar de ser semelhante a perda de desempenho, levando em consideração que o progresso dos estudantes é prejudicado em ambos os cenários, elas se diferem no sentido de que a motivação e o envolvimento dos alunos diminuem com o tempo, o que também pode levar à perda de desempenho.

A Tabela 4 apresenta a síntese dos principais impactos negativos relacionados a gamificação, e os respectivos trabalhos que os citam.

Aspectos Negativos	Trabalhos
Efeito prejudicial para motivação e satisfação	[13], [14].
Perda de desempenho	[13], [14].
Comportamento indesejado	[14].
Indiferença / falta de influência da gamificação	[14].
Efeitos decrescentes / diminuição da motivação e engajamento com o tempo	[14].

Table 4: Principais impactos negativos da gamificação.

5. Conclusão

A gamificação têm sido utilizada por diversos educadores com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizado, buscando engajar e motivar os estudantes. O aprendizado pode se tornar uma experiência mais significativa por meio do uso dos elementos dos jogos, que podem inspirar a curiosidade e criar incentivos de aprendizagem, o que consequentemente pode gerar um maior engajamento e motivação.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo investigar o uso da gamificação no ensino de disciplinas da Engenharia de Software (ES). Para isso foi realizado um estudo terciário, para responder alguns questões de pesquisa voltadas para quais abordagens da gamificação foram utilizadas, em quais áreas da ES, quais elementos da gamificação são mais utilizados, e quais os impactos (positivos e negativos) que ela pode gerar no processo de ensino e aprendizagem.

O protocolo seguido na realização do estudo foi planejado e executado com auxílio da ferramenta Start(*State of the Art through Systematic Review*). Os resultados mostram que a gamificação têm sido aplicada em dois formatos: gamificação de conteúdo, e gamificação estrutural. Além disso, por meio das análises dos estudos secundários foi possível comprovar que um dos principais benefícios gerados pela gamificação é o engajamento, e a motivação dos estudantes. Também, pode agir diretamente na melhoria de desempenho, incentivo de boas práticas e estímulo a colaboração, trabalho em equipe e liderança. Com relação aos aspectos negativos, se a gamificação não for planejada e aplicada da forma correta ela pode causar efeitos desmotivadores, e uma perda significativa de desempenho.

As áreas da ES mais gamificadas formam: Teste de software e qualidade de software. E os elementos de gamificação mais utilizados são: Reconhecimento e estatísticas. Ambos da dimensão de desempenho segundo a taxonomia proposta por Toda et al. [20].

References

- [1] M. L. Fardo, A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem, RENOTE 11 (2013).
- [2] F. S. Pinto, P. C. Silva, Gamification applied for software engineering teaching-learning process, in: Proceedings of the 31st Brazilian Symposium on Software Engineering, ACM, 2017, pp. 299–307.

- [3] P. Figas, G. Hagel, A. Bartel, The furtherance of motivation in the context of teaching software engineering, in: Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE, IEEE, 2013, pp. 1299–1304.
- [4] R. Koster, W. Wright, Theory of fun for game design. 2004, 2004.
- [5] K. Salen, K. S. Tekinbaş, E. Zimmerman, Rules of play: Game design fundamentals, MIT press, 2004.
- [6] J. McGonigal, Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world, Penguin, 2011.
- [7] K. M. Kapp, The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education, John Wiley & Sons, 2012.
- [8] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O’Hara, D. Dixon, Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts, in: CHI’11 extended abstracts on human factors in computing systems, CHI’11 extended abstracts on human factors in computing systems, 2011, pp. 2425–2428.
- [9] M. M. Alhammad, A. M. Moreno, Gamification in software engineering education: A systematic mapping, Journal of Systems and Software 141 (2018) 131–150.
- [10] G. M. d. Jesus, F. C. Ferrari, D. de Paula Porto, S. C. P. F. Fabbri, Gamification in software testing: A characterization study, in: Proceedings of the III Brazilian Symposium on Systematic and Automated Software Testing, 2018, pp. 39–48.
- [11] T. D. Indriasari, A. Luxton-Reilly, P. Denny, Gamification of student peer review in education: A systematic literature review, Education and Information Technologies 25 (2020) 5205–5234.
- [12] A. Darejeh, S. S. Salim, Gamification solutions to enhance software user engagement—a systematic review, International Journal of Human-Computer Interaction 32 (2016) 613–642.
- [13] C. Dichev, D. Dicheva, Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review, International journal of educational technology in higher education 14 (2017) 1–36.

- [14] A. M. Toda, P. H. Valle, S. Isotani, The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education, in: *Researcher links workshop: higher education for all*, Springer, 2017, pp. 143–156.
- [15] M. Trinidad, A. Calderón, M. Ruiz, A systematic literature review on the gamification monitoring phase: how spi standards can contribute to gamification maturity, in: *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*, Springer, 2018, pp. 31–44.
- [16] R. d. A. Maurício, L. Veado, R. T. Moreira, E. Figueiredo, H. Costa, A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education, *Information and software technology* 95 (2018) 201–218.
- [17] M. R. D. A. Souza, L. F. Veado, R. T. Moreira, E. M. L. Figueiredo, H. A. X. Costa, Games for learning: Bridging game-related education methods to software engineering knowledge areas, in: *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)*, IEEE, 2017, pp. 170–179.
- [18] L. Machuca-Villegas, G. P. Gasca-Hurtado, Gamification for improving software project management processes: A systematic literature review, in: *International Conference on Software Process Improvement*, Springer, 2018, pp. 41–54.
- [19] A. Mora, D. Riera, C. González, J. Arnedo-Moreno, Gamification: a systematic review of design frameworks, *Journal of Computing in Higher Education* 29 (2017) 516–548.
- [20] A. M. Toda, A. C. Klock, W. Oliveira, P. T. Palomino, L. Rodrigues, L. Shi, I. Bittencourt, I. Gasparini, S. Isotani, A. I. Cristea, Analysing gamification elements in educational environments using an existing gamification taxonomy, *Smart Learning Environments* 6 (2019) 1–14.