

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIENCIAS EXATAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Uso de Jogos Sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software

Filipe Brinati Furtado

JUIZ DE FORA
SETEMBRO, 2024

Uso de Jogos Sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software

FILIPPE BRINATI FURTADO

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciencias Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Alessandraia Marta de Oliveira

Coorientador: Marcelo Caniato Renhe

JUIZ DE FORA
SETEMBRO, 2024

USO DE JOGOS SÉRIOS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

Filipe Brinati Furtado

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Alessandreia Marta de Oliveira
Doutora em Computação - IC/UFF

Marcelo Caniato Renhe
Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação - UFRJ

Pedro Henrique Dias Valle
Doutorado em Ciências da Computação e Matemática Computacional - USP

Rodrigo Luis de Souza da Silva
Doutorado em Engenharia Civil - UFRJ

JUIZ DE FORA
01 DE SETEMBRO, 2024

Resumo

O ensino-aprendizagem de Engenharia de Software enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à conexão entre a teoria e sua aplicação prática no contexto profissional. A área é rica em conceitos abstratos, que muitas vezes não são facilmente assimilados pelos alunos apenas por meio de métodos tradicionais. Esses desafios tornam o ensino dessa disciplina complexo, exigindo abordagens que não só apresentem os conteúdos teóricos, mas também permitam que os estudantes os apliquem em situações mais próximas à realidade. Visando superar essas dificuldades, este trabalho descreve o desenvolvimento de um jogo sério para auxiliar no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, e sua aplicação em duas turmas da disciplina. O jogo visa reforçar os conceitos teóricos, ao mesmo tempo em que utiliza elementos lúdicos para aumentar o engajamento dos alunos. O método de avaliação MEEGA+ foi aplicado para medir a experiência dos estudantes, considerando fatores como motivação e compreensão dos conteúdos. Os resultados da aplicação apontam que o jogo sério consegue auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, reforçando o engajamento com seus elementos lúdicos. A avaliação também apontou a necessidade de ajustes para contornar alguns desafios encontrados, como a monotonia.

Palavras-chave: engenharia de software, ensino-aprendizagem, jogo, jogo sério.

Abstract

The teaching and learning of Software Engineering faces significant challenges, especially with regard to the connection between theory and its practical application in a professional context. The area is rich in abstract concepts, which are often not easily assimilated by students when using traditional methods alone. These challenges make teaching this subject complex, requiring approaches that not only present the theoretical content, but also allow students to apply it in situations closer to reality. In order to overcome these difficulties, this paper describes the development of a serious game to assist in the teaching and learning of Software Engineering, and its application in two classes of the subject. The game aims to reinforce theoretical concepts while using playful elements to increase student engagement. The MEEGA+ evaluation method was applied to measure the students' experience, taking into account factors such as motivation and understanding of the content. The results of the application show that the serious game is able to support the teaching and learning of Software Engineering, reinforcing engagement with its playful elements. The evaluation also indicated the need for adjustments to overcome some of the challenges encountered, such as monotony.

Keywords: software engineering, teaching and learning, game, serious game.

Agradecimentos

Aos meus pais, Jose Maria Azevedo Furtado e Ana Helena Brinati, por todo suporte que me deram nessa parte da minha vida. Por sempre me encorajar e estarem ao meu lado até nos momentos mais difíceis.

A minha irmã, Daniela Brinati Furtado, por seu humor sem igual que sempre ilumina um pouco mais os meus dias. Por ser um norte de inspiração tanto na parte de profissional, como também um exemplo de pessoa.

Ao meu primo, Matheus Brinati Altomar, pelos dias que passamos na universidade lendo não sei quantos artigos para não incluí-los no mapeamento. Por me introduzir ao curso de Ciência da Computação e me ensinar como trilhar esse caminho.

A professora e orientadora, Alessandra Marta de Oliveira, por me apresentar o ambiente de pesquisa e pela paciência de me guiar por esse desde o segundo período. Por ver um potencial em mim que eu mesmo não acreditava, sempre me convidando para diferentes projetos.

Ao professor e coorientador, Marcelo Caniato Renhe, pela paciência e por me guiar nesse período. Por me apontar que jogos, algo que para mim parecia apenas um passatempo, pode se transformar em um elemento de inspiração e trabalho.

Ao psicólogo, Rodrigo Vargas Teixeira, por me ajudar com meu estresse e ansiedade, e, principalmente, por me ajudar a me conhecer melhor.

Aos meus amigos por preencher cada momento livre com alegria e por compartilhar das dificuldades que passamos. Por me apresentar as diferentes faces desse mundo e a beleza individual de cada.

Aos professores e funcionários dos diferentes departamentos que frequentei por todos os ensinamentos, contribuindo para o meu aprendizado profissional e desenvolvimento pessoal.

*“Quando a violenta tempestade acabar
O céu azul estará mais lindo do que nunca
Você vê, eu quero isso, eu quero isso
Isso é tudo que eu quero”.*

Daisuke Ishiwatari (Drift)

Conteúdo

Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	7
Lista de Abreviações	8
1 Introdução	9
1.1 Descrição do Problema	9
1.2 Justificativa	10
1.3 Questões de Pesquisa	11
1.4 Objetivos	12
1.5 Metodologia	12
1.6 Organização do Texto	13
2 Fundamentação Teórica	14
2.1 Elementos de Jogos	14
2.2 Jogos Sérios	16
2.2.1 Jogos Sérios no Ensino	16
2.2.2 Jogos Sérios no Ensino-aprendizagem de Engenharia de Software . .	17
2.3 Método de Avaliação de Jogos	19
2.4 Meega+	20
2.5 Modelo de Processo de Software	21
2.5.1 <i>Rational Unified Process</i> (RUP)	22
2.5.2 Modelo Espiral de Boehm	22
2.5.3 Desenvolvimento Ágil de Software	23
2.6 Considerações Finais	23
3 Trabalhos Relacionados	25
3.1 Mapeamento Sistemático	25
3.2 Resultados	28
3.3 Ameaças à Validade	37
3.4 Considerações Finais	37
4 Desenvolvimento de um Jogo Sério para Engenharia de Software	39
4.1 <i>Game High Concept</i>	39
4.2 Desenvolvimento do Jogo Sério	44
4.3 Primeira Aplicação	45
4.4 Segunda Aplicação	50
4.5 Análise Comparativa	56
4.6 Ameaças à Validade	57
4.7 Considerações Finais	57
5 Conclusões	59
Bibliografia	62

Lista de Figuras

3.1	Processo completo da seleção de publicações no mapeamento.	28
3.2	Frequência de elementos de jogos utilizados.	32
4.1	Cenário no qual o <i>quiz</i> ocorre.	40
4.2	Cenário da história do romance visual.	41
4.3	Cenário do <i>feedback</i> das perguntas.	42
4.4	Cenários que representam as últimas cenas da semana no jogo.	43
4.5	Cenário da Sala de Descanso.	43
4.6	Fluxo de interações do usuário no decorrer de uma semana do jogo.	44
4.7	Gerenciadores desenvolvidos para controle dos cenários.	45
4.8	Resultado da afirmativa “Eu me diverti com o jogo” na primeira aplicação.	49
4.9	Resultado da afirmativa “O jogo não se torna monótono em suas tarefas” na primeira aplicação.	50
4.10	Resultado da afirmativa “O jogo não se torna monótono em suas tarefas” na segunda aplicação.	53
4.11	Resultado da afirmativa “Eu me diverti com o jogo” na segunda aplicação.	54
4.12	Resultado da afirmativa “Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo” na segunda aplicação.	54
4.13	Resultado da afirmativa “Este jogo é adequadamente desafiador para mim.” na segunda aplicação.	55

Lista de Tabelas

3.1	Questões de Pesquisa.	26
3.2	<i>String</i> de busca.	27
3.3	Critérios de Exclusão.	28
3.4	Jogos sérios utilizados para o ensino de Engenharia de Software e suas respectivas referências.	31
3.5	Métodos de Avaliação.	34
3.6	Contagem dos autores mais frequentes.	35
3.7	países com publicações mais frequentes.	36
4.1	Frequência com que os participantes jogam na primeira aplicação.	46
4.2	Respostas dos alunos para cada afirmação de usabilidade do questionário na primeira aplicação.	47
4.3	Respostas dos alunos para cada afirmação de experiência do jogador do questionário na primeira aplicação.	48
4.4	Frequência com que os participantes jogam na segunda aplicação.	51
4.5	Respostas dos alunos para cada afirmação de usabilidade do questionário na segunda aplicação.	51
4.6	Respostas dos alunos para cada afirmação de experiência do jogador do questionário na segunda aplicação.	52

Lista de Abreviações

CI	Critério de Inclusão
CE	Critério de Exclusão
CP	Concordo Parcialmente
CT	Concordo Totalmente
DCC	Departamento de Ciência da Computação
DP	Discordo Parcialmente
DT	Discordo Totalmente
ES	Engenharia de Software
I	Indiferente
JS	Jogo Sérió
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
QP	Questão de Pesquisa
RUP	<i>Rational Unified Process</i>
SBGames	Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática e Educação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
XP	<i>Extreme Programming</i>

1 Introdução

O ensino-aprendizagem de Engenharia de Software enfrenta vários desafios, principalmente pela dificuldade de conectar os conceitos teóricos com a prática profissional. A disciplina envolve uma abundância de teorias complexas que muitas vezes não são facilmente assimiladas pelos estudantes. Para tentar amenizar essa lacuna entre teoria e prática, diversos cursos começaram a introduzir métodos alternativos de ensino, como os jogos sérios, visando aumentar o interesse e a motivação dos alunos na disciplina. Estudos presentes na literatura, como os mapeamentos sistemáticos (VARGAS et al., 2014; KOSA et al., 2016), apontam resultados geralmente positivos em termos de engajamento dos alunos. No entanto, devido ao caráter recente dessas pesquisas, ainda é difícil afirmar com certeza o impacto de longo prazo que os jogos sérios podem ter no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

Por definição, jogo sério é um “jogo que seu objetivo principal é o ensino em vez do entretenimento” (VARGAS et al., 2014). Além disso, o termo “jogo sério” ao longo dos anos tem sido adaptado, mas a ideia de que esse é um meio educacional com ferramentas lúdicas se mantém. Segundo Zhonggen (2019), “jogos sérios são considerados ferramentas divertidas com finalidade educativa, onde os jogadores cultivam seus conhecimentos e praticam suas habilidades através da superação de numerosos obstáculos durante o jogo”. Assim, no desenvolvimento de um jogo sério, é importante uma boa combinação entre os aspectos de ensino e o fator de entretenimento.

Entretanto, é importante ressaltar que não se deve confundir jogo sério com gamificação, já que, mesmo que a segunda opte por utilizar elementos de jogos para auxiliar o ensino, essa não necessariamente introduz um jogo (DETERDING et al., 2011).

1.1 Descrição do Problema

Analisando o contexto de Engenharia de Software, pode-se notar que, mesmo a disciplina apresentando um ensino teórico a problemas práticos, a conexão entre a prática e a teoria

é de difícil compreensão para os alunos (KOSA et al., 2016). Com isso, ingressantes na disciplina costumam perder o interesse pela disciplina e, em alguns casos, a motivação de seguir com tal, optando em conduzir-se para o que lhe aparenta de mais valor para o seu desenvolvimento acadêmico.

Esse problema de evasão costuma ser ainda mais ressaltado pelo método teórico utilizado para o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, no qual a fundamentação teórica por meio de livros é mais valorizada ao invés de realizar a ponte entre a teoria e a prática. Com isso, docentes da disciplina têm buscado alterá-la ao longo dos anos, buscando introduzir tarefas que preencham essa brecha prática. No entanto, a evasão por parte dos alunos ainda é evidente (HOED, 2016; CARVALHO et al., 2019; SACCARO; FRANÇA; JACINTO, 2019).

Todavia, mesmo que alguns educadores na área de Engenharia de Software tenham interesse em modificar o método de ensino como visto em (MARQUES; QUISPE; OCHOA, 2014), muitas vezes esse não é optado pela falta de evidência efetiva da aplicação de diferentes métodos e dificuldade na adaptação do método tradicional de ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

Além disso, a falta da adoção de novas metodologias no curso força os alunos a enfrentarem uma disciplina frequentemente percebida como desinteressante. Isso contribui para o baixo engajamento dos estudantes, enquanto uma proposta pedagógica renovada poderia potencialmente despertar maior interesse pela área.

1.2 Justificativa

O uso de jogo sério no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software é uma metodologia relativamente nova, apresentando a primeira citação documentada por Maurício et al. (2018) em 1977 e apenas nos anos 2000 é possível notar um crescimento no interesse pela metodologia. No entanto, é possível analisar que publicações apenas possuem interesse em demonstrar e confirmar os resultados do jogo sério utilizado em vez de quantificar a qualidade de tal (VARGAS et al., 2014; PETRI; WANGENHEIM, 2017).

Mesmo assim, após análise dos resultados obtidos pelas publicações que utilizam de jogos sérios no ensino, é notável que o uso de tais podem provocar um aumento na

motivação e interesse por parte dos alunos na disciplina de Engenharia de Software.

Essa influência positiva causada pelo uso de jogos sérios pode ser notada na publicação de García et al. (2020), a qual faz o uso de um jogo digital para auxiliar o ensino de processo de software. Após seu primeiro experimento, foi notado que a aplicação do jogo sério “*Requengin*” contribui para consolidar os conhecimentos teóricos apresentados em sala de uma maneira motivadora e interessante.

1.3 Questões de Pesquisa

Este trabalho visa responder duas questões de pesquisa (QP):

- QP1: Qual é o impacto da utilização de um jogo sério no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, incluindo os aspectos positivos e negativos observados durante sua aplicação?
- QP2: Quais são as abordagens e contextos de aplicação de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software conforme a literatura?

A QP1 busca compreender os efeitos da aplicação de um jogo sério no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. A partir dessa questão, objetiva-se identificar os pontos fortes e fracos da implementação do jogo, além de entender as razões por trás dos resultados obtidos. Isso permitirá aperfeiçoar futuras iterações, reforçando os aspectos positivos e corrigindo ou ajustando os negativos.

A QP2, por sua vez, investiga a literatura sobre o uso de jogos sérios no ensino de Engenharia de Software, abrangendo diferentes contextos de aplicação, tipos de jogos, elementos lúdicos envolvidos e as metodologias de avaliação utilizadas. Além de entender os impactos desses jogos, há um interesse específico em como os resultados têm sido adquiridos, ou seja, quais ferramentas e métodos foram empregados para mensurar os efeitos dos jogos sérios, como questionários, métodos de avaliação como o MEEGA+ ou outras técnicas utilizadas para capturar o impacto no ensino-aprendizagem.

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a aplicação de um jogo sério em turmas de Engenharia de Software da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O jogo tem como propósito auxiliar o aprendizado dos alunos, oferecendo uma experiência mais lúdica e interativa em comparação ao método tradicional de ensino, promovendo uma compreensão mais envolvente dos tópicos abordados na disciplina.

Os objetivos específicos incluem o desenvolvimento de um jogo sério que facilite o ensino de conceitos de Engenharia de Software, proporcionando um ambiente dinâmico e interativo. Além disso, buscou-se realizar um mapeamento sistemático da literatura para identificar trabalhos relacionados e analisar as metodologias utilizadas para o desenvolvimento e avaliação de jogos sérios, compreendendo seus elementos de design e os métodos de validação empregados.

1.5 Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi conduzido em várias etapas. Inicialmente, foi desenvolvido um jogo sério focado em tópicos de Engenharia de Software, visando facilitar o aprendizado dos alunos de uma forma mais envolvente. Em seguida, foi realizado um estudo de caso inicial, aplicando o jogo em uma turma da disciplina para compreender suas qualidades em termos de capacidade de ensino, facilidade de uso e pontos a serem aprimorados. Para obter os resultados dessa avaliação inicial, foi aplicado o método MEEGA+ (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2019), uma metodologia reconhecida para avaliar jogos educativos.

Após essa etapa, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. Uma vez concluído o mapeamento e feitas as possíveis melhorias no jogo, um novo estudo de caso foi conduzido, novamente com uma turma de Engenharia de Software. Nessa etapa, foram realizadas múltiplas aplicações do jogo, permitindo uma experiência gradativa que auxiliou os alunos a explorar os diferentes aspectos do jogo com maior profundidade. A metodologia MEEGA+ (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2019) foi novamente

utilizada para medir esses resultados e validar o impacto do jogo.

Por fim, os resultados coletados durante as duas etapas de aplicação do jogo foram analisados, buscando evidenciar o impacto do jogo sério no processo de aprendizagem dos alunos e comparando-os com os trabalhos existentes na literatura.

1.6 Organização do Texto

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma. No Capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica, fornecendo a base conceitual necessária para o entendimento do estudo. O Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados, a partir de um mapeamento sistemático da literatura. Em seguida, o Capítulo 4 descreve o desenvolvimento do jogo sério e suas aplicações. Finalmente, o Capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho, discutindo os principais resultados e sugestões para trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Diante das dificuldades encontradas no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, diferentes métodos são utilizados para tentar reforçar a qualidade dessa prática no contexto de aulas presenciais. No entanto, essa transmissão de informações ainda possui barreiras e quebrá-las pode se apresentar como uma tarefa um tanto desafiadora. Visando contornar esses desafios, a utilização de jogos sérios se apresenta como um mecanismo de entretenimento que auxilia no decorrer da disciplina.

Para apresentar os jogos sérios e seus mecanismos, esse capítulo é dividido nas seguintes seções. A Seção 2.1 apresenta elementos comumente utilizados no desenvolvimento de jogos sérios, enquanto a Seção 2.2 apresenta a definição desses jogos e suas aplicações. A Seção 2.3 analisa as estratégias utilizadas para a avaliação dos jogos sérios e a Seção 2.4 apresenta a metodologia específica de avaliação MEEGA+. A Seção 2.5 apresenta modelos de processo de software comumente usados e, por fim, na Seção 2.6 são apresentadas as considerações finais do capítulo.

2.1 Elementos de Jogos

Elementos de jogos podem ser vistos como ferramentas utilizadas para estabelecer a infraestrutura de um jogo, criando um ambiente engajador e educativo por meio de sua interação no ambiente de jogo (KAPP, 2013). Alguns desses elementos são abstrações de conceitos e realidade (*Abstractions of Concepts and Reality*), objetivos (*Goals*), regras (*Rules*), conflito, competição ou cooperação (*Conflict, Competition, or Cooperation*), tempo (*Time*), estruturas de recompensa (*Reward Structures*), *feedback*, níveis (*Levels*), narrativa (*Storytelling*), curva de interesse (*Curve of Interest*), estética (*Aesthetics*) e a possibilidade de repetir ou recomeçar (*Replay or Do Over*).

Segundo Kapp (2013), “em sua forma mais básica, um jogo é simplesmente um conjunto de **regras** estabelecidas”. Embora essa definição facilite a identificação de um dos componentes, ela não abrange totalmente o conceito. Isso se deve à própria configuração

de um jogo, que não se restringe a um único elemento, mas sim à interação entre diversos componentes. Ao examinar os elementos **objetivos, tempo e níveis**, é possível concluir que as regras podem se modificar conforme os elementos presentes, já que a organização de um jogo em níveis, a possível restrição de tempo ou os distintos objetivos podem estabelecer regras específicas. Além disso, ao considerar os elementos que envolvem mais de um jogador, como **conflito, competição ou cooperação**, novas regras devem ser introduzidas para suportar esse formato.

Diante disso, é importante considerar como os componentes de **estruturação de recompensas** se integram a esse cenário, além de investigar de que forma a **responsividade (*feedback*)** de um jogo pode contribuir para o processo de recompensação. As recompensas tornam-se um aspecto crucial para a progressão, proporcionando diversas respostas às ações dos jogadores, como medalhas, pontos ou outros elementos que ampliam as regras do jogo. Em um ambiente multijogador, isso também atua como uma forma de socialização.

Um jogo não é composto apenas por regras; elementos como **narrativa, estética e abstrações de conceitos e realidade** também atuam como ferramentas de engajamento. Esses elementos ajudam a orientar os jogadores durante a experiência de jogo, seja via elementos visuais que servem como guias ou de uma história que se baseia em algo familiar ao jogador, criando padrões que direcionam sua experiência.

Além disso, um elemento às vezes ignorado é a capacidade de re-jogar a experiência. A possibilidade de **recomeçar** o jogo pode surgir tanto do desejo de jogar novamente após concluir uma partida quanto de um elemento intrínseco do jogo, que atribui progressão a partir da falha do jogador.

Por fim, mesmo com todos esses elementos, ainda é necessário avaliar como eles atuam em conjunto para construir uma boa **curva de interesse**. O desenvolvimento de um jogo não se resume apenas à disposição de elementos conforme os resultados desejados; trata-se de como esses elementos são estruturados para manter o jogo interessante e o jogador engajado ao longo de toda a experiência.

2.2 Jogos Sérios

O interesse na utilização de jogos sérios no ensino-aprendizagem teve seu primeiro destaque com o jogo *America's Army*, o qual despertou o interesse em estudar como esses podem apresentar uma temática séria com o propósito de ensino, em vez de entretenimento primeiramente (ZYDA, 2005). Com isso, diferentes pesquisas tem começado a buscar a introdução dessa nova metodologia no ensino (MAURÍCIO et al., 2018) e algumas publicações as classificando como simulações (COLLOFELLO, 2000).

Com o passar do tempo e um aumento significativo nas publicações, diferentes disciplinas começaram a se adaptar a esse novo método de ensino e uma definição foi se desenvolvendo. De acordo com (LAAMARTI; EID; SADDIK, 2014), “um jogo é um desafio mental e/ou físico, sendo jogado de acordo com um conjunto de regras específicas, e tais limitações existem visando criar uma sensação de entretenimento”. No caso dos jogos sérios, a maioria utiliza as qualidades de entretenimento que os jogos oferecem, visando priorizar o ensino de algum conhecimento ou o desenvolvimento de alguma habilidade (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007).

No entanto, autores aparentam não apresentar uma concordância quanto ao termo, já que diferentes definições podem ser notadas quando analisada a literatura. Isso ocorre devido às diferentes maneiras que autores propõem a introdução de jogos sérios no seu meio de ensino e quais objetivos são buscados com sua aplicação. Enquanto alguns autores apenas buscam o aprendizado e o entretenimento vem como um extra caso ocorra, outros acreditam que a diversão carrega mesmo valor de importância que o ensino e outros chegam até a relevar que o entretenimento deve ser priorizado a educação (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007).

2.2.1 Jogos Sérios no Ensino

Como dito anteriormente, jogos sérios têm ganhado cada vez mais espaço na área de ensino, mas esse não é um fenômeno exclusivo ao ensino universitário. Jogos foram usados nos últimos anos também para auxiliar o ensino no campo militar, fazendo a introdução de simulações no treinamento de soldados, permitindo um treinamento engajador e menos custoso. Além disso, é notável que a aplicação de jogos sérios na área militar melhora o

reflexo, capacidade de multitarefa, trabalho em equipe com o mínimo de comunicação e vontade de tomar medidas agressivas (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007).

Mesmo com aplicação em diversas outras áreas, a que mais se destaca são jogos no campo de saúde. Uma área que o próprio cofundador da iniciativa de jogos sérios, Ben Sawyer, acreditava crescer mais nos próximos anos depois da formação da iniciativa (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007). Como (ZHONGGEN, 2019) apresenta em sua publicação, jogos sérios tem sido instrumentos de grande impacto na aprendizagem de neurociência. Esse destaca que aqueles que aprenderam por esse método de ensino tiveram uma aquisição de conhecimento significativa comparada com aqueles que não tiveram tal auxílio. Além disso, publicações da análise afirmam que o método de ensino também se prova efetivo quando usado no ensino de pessoas debilitadas ou com transtornos do espectro do autismo.

Por fim, é importante destacar que, inicialmente, os jogos nos meios educacionais não conquistaram muito interesse, pois suas iniciativas focavam mais na repetição de conteúdos do que em métodos mais situacionais ou construtivos. Assim, desenvolvedores começaram a adotar mais as características que tornam os jogos interessantes para tentar conquistar o interesse do usuário e ainda auxiliar a aprendizagem de um conteúdo. Por causa desse desinteresse inicial, jogos sérios no ensino demoraram a ganhar espaço no meio educacional, mas o seu interesse ressurgiu nos últimos anos e pesquisas apontam que a sua introdução tem contribuído positivamente (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007; ZHONGGEN, 2019; ANASTASIADIS; LAMPROPOULOS; SIAKAS, 2018).

2.2.2 Jogos Sérios no Ensino-aprendizagem de Engenharia de Software

Analisando primeiro o contexto do ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, é notado que seu processo clássico de ensino compreende diversos conteúdos apresentados de forma teórica, muitas vezes falhando em fazer a ponte entre teoria e prática (MENDES et al., 2019). Como consequência, alunos costumam perder o interesse na disciplina e, em alguns casos, abandoná-la.

Em vista desse contexto, professores têm buscado diferentes métodos para tentar

não apenas fazer essa conexão, mas também motivar os alunos a se dedicarem na disciplina. Um desses métodos é a introdução de jogos sérios para complementar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

O uso de jogos sérios se apresenta como um método não convencional de apresentar a disciplina, tratando os tópicos de Engenharia de Software de forma lúdica. Assim, graças à flexibilidade dos jogos e seus diferentes elementos, é possível estabelecer contextos antes impossíveis, ou seja, sua flexibilidade permite não apenas desenvolver habilidades que só a aplicação teórica permite, mas também simulações de ambientes práticos para reforçar o que é visto no modelo clássico (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007; MENDES et al., 2019).

Buscando compreender como a aplicação de jogos sérios no ensino de processo de software, (CALDERÓN; RUIZ; O’CONNOR, 2018a) realizou um mapeamento da literatura. Nessa pesquisa foi encontrado a aplicação de 6 jogos: **DesignMPS**, **Floors**, **Go for it!**, **PnP**, **ProDec** e **SimSE**. Na análise das publicações que fazem a aplicação desses jogos é evidente que o uso desses se apresenta como um método efetivo de ensino e que ainda apresenta potencial de crescimento na área. Além disso, as publicações apontam que essas ferramentas são melhor utilizadas quando usadas adjacentes a outros métodos de ensino, servindo como uma ferramenta de auxílio à metodologia original em vez de substituí-la por completo.

No mais, (RODRIGUES; SOUZA; FIGUEIREDO, 2018) visa entender o conhecimento por parte dos professores de Engenharia de Software sobre a aplicação de jogos sérios no ensino. Para isso, 285 convites foram realizados e 88 responderam o questionário anexado a esse, terminando com 45 diferentes instituições participando da pesquisa. Após análise dos resultados, foi compreendido que apenas 14.8% dos aplicantes não possuem nenhum conhecimento prévio sobre o tópico e 23.9% já realizaram a aplicação de tal método de ensino em suas disciplinas. Ademais, foi constatado que **gerenciamento de projetos, processo de software e requisitos de software** são as áreas de conhecimento mais presentes nas pesquisas. Por fim, seus resultados apontam que os professores tiveram em sua maioria resultados positivos em suas aplicações de jogos, tendo tal metodologia servido como instrumento para despertar maior interesse e engajamento por parte

dos alunos na disciplina.

2.3 Método de Avaliação de Jogos

Além de desenvolver um jogo sério para a aplicação no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, deve ser realizada a validação do jogo para concluir o seu impacto evidente quando utilizado para auxiliar o ensino (ZHONGGEN, 2019).

Para isso, diferentes métodos de avaliação podem ser aplicados para avaliar os resultados da aplicação de um jogo. Questionários, por exemplo, apresentam objetivamente o propósito da avaliação, podendo conter tanto perguntas fechadas quanto abertas. Assim, esse método, além de ter a vantagem de ser subjetivo, apresenta uma rapidez e agilidade em sua aplicação. No entanto, sua aplicação pode ser um tanto impessoal, já que, para evitar influenciar as respostas dos usuários, os questionários são geralmente respondidos sem o auxílio do aplicador, o que pode impedir que todos os participantes compreendam exatamente o que está sendo perguntado.

Outro método muito utilizado é a entrevista. Assim como o questionário, este é acompanhado de um roteiro que visa responder perguntas específicas. Contudo, entrevistas possuem a flexibilidade de não necessitar que todas as respostas sejam respondidas uma a uma, permitindo ao entrevistador guiar a entrevista, e, por não serem muito objetivas, apresentar pontos não antes analisados no planejamento da entrevista. Mesmo assim, essa apresenta como desvantagem a necessidade de marcar as entrevistas, o que pode se apresentar como um obstáculo externo à obtenção de informações.

O método de seminário segue uma dinâmica parecida à da entrevista. No entanto, o entrevistador faz o papel de um mediador na conversa. Assim, discussões são apenas guiadas pelo mediador, e os participantes desenvolvem o assunto. Todavia, o seminário apresenta a mesma desvantagem da entrevista em questão a tempo, podendo ser mais acentuado já que um seminário necessita de todos os participantes.

Dessa forma, todos os métodos apresentam suas vantagens e desvantagens, mas suas aplicações não são exclusivas. Assim, o seu desenvolvimento e resultado é influenciado pelo contexto que esse é aplicado, podendo apresentar resultados diferentes e talvez imprecisos se não for levantada uma validação do método a ser utilizado.

Mesmo que muitas publicações optem por métodos próprios, utilizando de formulários, seminários e/ou entrevistas para realizar a avaliação de jogos, diferentes métodos de avaliação começam a ser desenvolvidos e aplicados para padronizar as avaliações de jogos sérios (PETRI; WANGENHEIM, 2017). Por exemplo, o MEEGA+ vem sendo um método de avaliação que a cada dia ganha mais espaço na área científica de avaliação de jogos sérios no ensino (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2019).

2.4 Meega+

Como apresentado anteriormente, métodos de avaliação começam a ser desenvolvidos para levantar a qualidade de jogos sérios no ensino, e dentre eles está o MEEGA+, tal método que será referenciado nessa seção (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2019). No entanto, MEEGA+ não é sua primeira versão, sendo a primeira o MEEGA. Através desse, era possível avaliar os fatores motivadores, a experiência do usuário e aprendizagem que o jogo em questão proporciona. No entanto, por meio de uma análise quantitativa, foi notado a falta de compreensão dos entrevistados quanto ao objetivo de algumas perguntas e a necessidade de um acréscimo dos conceitos teóricos de motivação e experiência de usuário, podendo assim retornar resultados imprecisos.

A partir disso, foi desenvolvido o modelo MEEGA+. Assim como a sua versão anterior, o método visa avaliar por meio de um formulário a reação dos jogadores quando postos diante ao jogo, tomando como base o modelo objetivo, questionário e métrica (*Goal/Question/Metric*). No entanto, ao avaliar os problemas da versão anterior, foi buscado expandir os conceitos que seriam avaliados pelo método.

No modelo MEEGA+, os fatores a serem avaliados foram expandidos para os seguintes: atenção focada, diversão, desafio, interação social, confiança, relevância, satisfação, usabilidade e aprendizagem percebida.

O fator **atenção focada** tem em vista analisar a absorção do jogador quando posto diante do jogo e se esse conseguiu manter o foco e interesse do experienciador. Enquanto o **diversão**, assim como o anterior, tenta avaliar o foco do jogador, mas quanto as sensações de prazer e felicidade na experiência. No mais, o fator **desafio**, não apenas faz um levantamento da dificuldade do jogo, mas também a dificuldade quanto a competência

do jogador. Além disso, o fator **interação social** visa compreender se o jogo promove a sensação de um ambiente compartilhado, o qual permita cooperação ou competição, e o fator **confiança** analisa se o jogador consegue progredir no jogo conforme o seu conhecimento próprio. Para mais, o fator **relevância** avalia o jogo quanto a sua capacidade de se vincular com contextos fora do jogo, ou seja, contextos profissionais ou educativos, e os fatores **satisfação** e **aprendizagem percebida** ambos buscam compreender a capacidade de ensinar do jogo, no entanto, o fator **satisfação**, tem em vista qualificar se o esforço dedicado resulta na aprendizagem. Por fim, mas não menos importante, o fator **usabilidade**, dividido em cinco subfatores — **aprendizagem, operabilidade, estética, acessibilidade** e **proteção contra erros do usuário** —, visa analisar a facilidade de uso do jogo, considerando tanto a jogabilidade e a interação com suas telas quanto sua capacidade de atender a deficiências físicas dos usuários e prever e evitar erros que possam ser cometidos. Em conclusão, para avaliar o método foi desenvolvida uma avaliação buscando responder as seguintes perguntas:

- Há evidência de consistência interna no instrumento de medição do modelo MEEGA+?
- Quantos fatores subjacentes influenciam as respostas dos itens do instrumento de medição do modelo MEEGA+?
- Há evidência de validade convergente e discriminante no instrumento de medição do modelo MEEGA+?

Com essas foi possível analisar a confiabilidade, validade e correlação entre os dois fatores de qualidade impostos pela análise, usabilidade e experiência do jogador. Em conclusão, é evidente que, por meio dos resultados do experimento, o método MEEGA+ possui alta confiabilidade e consegue medir os fatores apresentados anteriormente.

2.5 Modelo de Processo de Software

Os modelos de processo de software servem como uma estrutura para organizar e gerenciar o desenvolvimento de software. Esses modelos descrevem um conjunto de atividades,

artefatos e funções que auxiliam na criação de software de qualidade, garantindo que esse seja entregue de maneira eficiente e previsível. Ao longo das últimas décadas, diferentes abordagens de desenvolvimento de software foram propostas, buscando aprimorar a gestão de riscos, a flexibilidade, a comunicação entre equipes e a qualidade dos produtos finais (SOMMERVILLE, 2011).

2.5.1 *Rational Unified Process* (RUP)

O *Rational Unified Process* (RUP) é um dos modelos mais conhecidos e difundidos no contexto de desenvolvimento orientado a objetos. O RUP oferece uma abordagem iterativa e incremental, focada em garantir que as necessidades do usuário sejam atendidas em cada iteração do processo.

O RUP é organizado em quatro fases principais:

1. **Iniciação:** Fase em que é feito o levantamento de requisitos iniciais e a definição do escopo do projeto.
2. **Elaboração:** A arquitetura do sistema é construída, riscos são identificados e gerenciados, e os requisitos mais críticos são refinados.
3. **Construção:** Desenvolvimento do software propriamente dito, onde a maioria das funcionalidades é implementada.
4. **Transição:** O produto é preparado para ser entregue ao usuário final, incluindo testes, treinamentos e correções finais.

O RUP é altamente customizável e se adapta a projetos de diferentes tamanhos e complexidades. Além disso, esse define papéis, atividades e artefatos que ajudam a orientar a equipe ao longo do processo.

2.5.2 Modelo Espiral de Boehm

O Modelo Espiral, proposto por Barry Boehm em 1986, combina elementos do modelo iterativo com aspectos da análise de riscos. Esse é composto por quatro atividades princi-

país, realizadas em ciclos (ou“espirais”) que vão se repetindo ao longo do desenvolvimento. As atividades são:

1. **Determinação de objetivos:** Estabelecimento de metas, restrições e alternativas para o ciclo em questão.
2. **Análise de riscos:** Identificação e mitigação de riscos associados ao ciclo.
3. **Desenvolvimento e validação:** Construção e validação do produto ou de uma parte dele.
4. **Planejamento:** Planejamento para a próxima iteração, incluindo decisões sobre quais funcionalidades serão implementadas ou revisadas.

O grande diferencial do modelo espiral é sua ênfase na análise de riscos, o que o torna adequado para projetos complexos e de grande escala.

2.5.3 Desenvolvimento Ágil de Software

O Desenvolvimento Ágil representa uma ruptura com os modelos tradicionais de desenvolvimento linear, ao promover uma abordagem iterativa e colaborativa, focada em entregas rápidas e incrementais. O Manifesto Ágil (BECK et al., 2001) formalizou os princípios fundamentais que norteiam as metodologias ágeis, como o *Scrum* e o *Extreme Programming* (XP).

O desenvolvimento ágil divide o trabalho em pequenos ciclos, chamados iterações ou *sprints*, em que o feedback constante do cliente e das partes interessadas é incorporado. Isso permite um alto grau de flexibilidade, com a capacidade de se ajustar às mudanças nas necessidades do cliente ou no escopo do projeto ao longo do processo. As metodologias ágeis são amplamente adotadas por promoverem um ambiente colaborativo, com foco na entrega contínua de valor e na adaptação rápida a novos desafios.

2.6 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o conceito de jogo sério e seus elementos, sua aplicação no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software e os métodos de avaliação da aplicação.

Jogos sérios têm cada vez mais se mostrado como uma maneira efetiva, tanto em meios de treinamento, mas também em meio educacionais. No entanto, por ser uma metodologia recente, principalmente no meio de ensino, essa ainda não possui um método único e efetivo que garanta resultado. Assim, diferentes autores tem apresentado diferentes métodos de aplicação e definições para jogos sérios.

Com os resultados de suas aplicações, é evidente que a implementação de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software serve como um instrumento motivador e complementar ao aprendizado. Com isso, sua utilização consegue, por meios lúdicos, realizar a ponte entre a parte prática e teórica de uma forma interessante para os discentes da disciplina.

Enfim, diferentes métodos de avaliação foram abordados, apresentando as diferentes maneiras de avaliação. Todavia, também foi apresentado que diferentes padronizações tem sido cada vez mais usadas para levantar as qualidades de um jogo sério.

3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo apresenta um mapeamento sistemático da literatura (MSL) que busca compreender publicações que realizam a aplicação de jogos sérios para auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. Além de estudar o impacto da aplicação e o efeito motivacional desses jogos, o MSL também visa identificar os métodos de avaliação utilizados para medir a eficácia dos jogos sérios. A análise foca em verificar se algum método consolidado na literatura tem sido empregado e como esses métodos contribuem para a validação dos jogos educacionais. Para tanto, esse capítulo está dividido em 4 seções. A Seção 3.1 apresenta o protocolo do mapeamento sistemático. Já a Seção 3.2 aponta os resultados obtidos a partir da aplicação das questões de pesquisa. A Seção 3.3 menciona as possíveis ameaças à validade do mapeamento que devem ser consideradas. Por fim, a Seção 3.4 apresenta as considerações finais do mapeamento.

3.1 Mapeamento Sistemático

O objetivo de um MSL é caracterizar a literatura científica quanto a um método ou tecnologia específicos, assim identificando lacunas em uma área de pesquisa e provendo a novas pesquisas um ponto de partida para direcionarem os seus estudos (KITCHENHAM, 2004). A partir desse conceito, um MSL foi conduzido como descrito a seguir. Primeiramente, a etapa de planejamento constituiu em especificar e avaliar o protocolo a ser seguido, abordando o objetivo, as questões de pesquisa, a definição das fontes de pesquisa, a *string* de busca, os critérios de exclusão e o processo de *snowballing*. Para conduzir as etapas do MSL, foi utilizada a ferramenta Parsif.al¹, que permite uma melhor divisão dessas etapas e organização tanto dos resultados obtidos, como também dos elementos do protocolo.

Para compreender os estudos primários selecionados, as questões de pesquisa (QP) apresentadas na Tabela 3.1 foram elaboradas. Com as QPs definidas, o próximo passo foi estabelecer quais bibliotecas digitais utilizar para a seleção dos estudos. Foi

¹<https://parsif.al>

considerada a Scopus², juntamente com o processo de *snowballing*, partindo do pressuposto de que isto abrange grande parte dos estudos na área (MOURÃO et al., 2020).

Tabela 3.1: Questões de Pesquisa.

QP1	Em que contextos da disciplina de Engenharia de Software, os jogos sérios têm sido aplicados? Essa questão busca compreender em quais sub-áreas da Engenharia de Software os jogos sérios foram utilizados para auxiliar o ensino e a aprendizagem.
QP2	Como o jogo sério foi implementado para apoiar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software? Essa questão busca compreender como o jogo sério foi utilizado na disciplina.
QP3	Quais jogos sérios foram utilizados na disciplina? Busca-se apresentar os jogos desenvolvidos ou utilizados pelos pesquisadores em suas aplicações.
QP4	Quais elementos de jogos foram utilizados no desenvolvimento desses? O objetivo é caracterizar os principais elementos de jogos optados pelos jogos sérios.
QP5	Quais são as evidências do uso de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software? Buscam-se os aspectos positivos e negativos do uso de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, como também quais fatores levaram a tais resultados.
QP6	Que tipo de avaliação foi considerada para verificar o impacto do uso do jogo sério no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software? Além de buscar compreender o método de avaliação selecionado, essa questão também abrange se alguma ferramenta disponível na literatura foi utilizada.
QP7	Quais são os autores mais ativos na área? Esta questão de pesquisa pretende apontar os principais pesquisadores da área.
QP8	Quais são os países que mais propuseram estudos sobre a temática? Esta questão busca compreender os países mais ativos e como o Brasil se enquadra nessa área de pesquisa.
QP9	Quais os principais meios de divulgação dos estudos selecionados? Pretende-se identificar quais são os meios se destacam nos estudos relacionados à utilização de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

Para a definição da *string* de busca, realizou-se o processo de refinamento do método PICOC: População (Engenharia de Software), intervenção (Jogos Sérios), Comparação, *Output* e Contexto (Educação) (KITCHENHAM, 2004). Além disso, uma revisão da literatura convencional foi realizada, resultando em quatro estudos de controle (CONNOLLY et al., 2012; FURTADO et al., 2021; VARGAS et al., 2014; KOSA et al., 2016), que serviram para validar os sinônimos utilizados e refinar a abrangência da *string*

²<https://www.scopus.com/home.uri>

de busca, apresentada na Tabela 3.2. No mais, para refinar a população da *string* de busca também foi utilizado o livro (SOMMERVILLE, 2011) como referência.

Tabela 3.2: *String* de busca.

TITLE-ABS-KEY((((“serious game” OR “educational game” OR “learning game” OR “game based learning” OR “simulation game”) AND (“software engineering” OR “software process” OR “requirements engineering” OR “system modeling” OR “software testing” OR “project planning” OR “configuration management” OR “software evolution” OR “architectural design” OR “design and implementation” OR “quality management” OR “project management” OR “agile software development” OR “software reuse” OR “component-based software engineering” OR “distributed software engineering” OR “service-oriented software engineering” OR “systems engineering” OR “systems of systems” OR “real-time software engineering” OR “dependable systems” OR “reliability engineering” OR “safety engineering” OR “security engineering” OR “resilience engineering”)AND(“educat*” OR “course” OR “teach*” OR “learn*”)))) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE,“final”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,“ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE,“cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE,“ch”)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,“COMP”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,“English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE,“Portuguese”))

A *string* de busca foi utilizada na biblioteca digital Scopus, verificando a presença dos termos nos títulos, resumos e/ou palavras-chave dos estudos. Inicialmente, foram identificados 842 estudos válidos. Posteriormente, deu-se início à aplicação dos critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE), sendo o CI1 o seguinte:

- **CI1:** Estudos que tratam de jogos sérios no contexto do ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

Nessa etapa, foi inicialmente realizada a aplicação dos CEs e CI nos títulos, palavras-chave e resumos dos estudos, seguida pela análise da introdução e da conclusão, e, por fim, uma avaliação abrangente de todo o estudo. Os critérios de exclusão são apresentados na Tabela 3.3.

Após a definição dos critérios de inclusão e exclusão, aplicou-se a *string* de busca na base de dados Scopus, resultando em 842 publicações iniciais. O processo de filtragem foi conduzido em três etapas: na primeira etapa, foram excluídas 649 publicações que não atendiam ao CI1, 2 pelo CE1 e 31 pelo CE3. Na segunda etapa, foram removidas 42 publicações por não se enquadrarem no CI1, 10 pelo CE1, 3 pelo CE2, 42 pelo CE3 e 2 pelo CE4. Por fim, na terceira etapa, 23 publicações foram eliminadas pelo CI1, 1

pelo CE1, 2 pelo CE3 e 6 pelo CE4. Ao término desse processo, 29 publicações foram selecionadas para análise.

Em seguida, aplicou-se a técnica de snowballing, resultando em 1261 publicações adicionais, das quais 559 foram identificadas como duplicadas. As 702 publicações restantes passaram pelo mesmo processo de filtragem em três etapas. Na primeira etapa, 587 publicações foram excluídas pelo CI1, 3 pelo CE1 e 33 pelo CE3. Na segunda, 27 foram eliminadas pelo CI1, 4 pelo CE1 e 8 pelo CE3. Finalmente, na terceira etapa, 20 publicações não atenderam ao CI1 e 4 foram excluídas pelo CE4, resultando em 19 publicações para análise. O processo completo de seleção, com os números correspondentes a cada etapa, está ilustrado na Figura 3.1.

Tabela 3.3: Critérios de Exclusão.

CE1	Estudos não escritos em inglês ou português
CE2	Estudos não totalmente disponíveis
CE3	Estudos que apresentam teses, dissertações, capítulos de livros, palestras, tutoriais, <i>surveys</i> , mapeamentos e sumários
CE4	Estudos com versões mais recentes

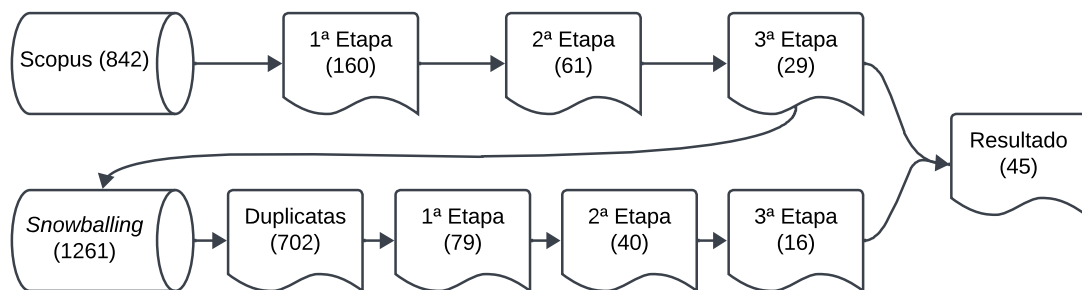


Figura 3.1: Processo completo da seleção de publicações no mapeamento.

3.2 Resultados

As questões de pesquisa estabelecidas nesse mapeamento sistemático da literatura foram respondidas com base nesses 45 estudos e os resultados foram sintetizados conforme a seguir ³.

QP1: Em que contextos da disciplina de Engenharia de Software os jogos sérios têm sido aplicados?

³Mais detalhes podem ser encontrados em: <<https://bit.ly/3VZMGil>>

O objetivo desta QP foi investigar quais subáreas da Engenharia de Software têm sido foco de aplicação dos jogos sérios. Destaca-se, em particular, a subárea de gerenciamento de projetos de software (do inglês, *software project management*), que foi o foco de 10 estudos. Em seguida, a subárea de processos de Engenharia de Software (do inglês, *software engineering process*) foi abordada em 4 estudos. Adicionalmente, as subáreas de gerenciamento de risco (do inglês, *risk management*), análise e coleta de requisitos (do inglês, *requirements analysis and collection*) e gerenciamento de Engenharia de Software (do inglês, *software engineering management*) foram abordadas em 2 estudos cada.

QP2: Como o jogo sério foi implementado para apoiar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software?

O objetivo foi identificar as formas de utilização de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. A maioria dos estudos optou por realizar sessões práticas nas quais os alunos participaram do jogo, seguidas de uma avaliação empírica de sua eficácia. Diante disso, alguns estudos destacaram o método de intervenção como o mais utilizado, como reportado por von Wangenheim et al. (2009), que além de apresentar o jogo também mostra quais objetivos de ensino foram abordados no jogo. Conforme relatado pelos autores, “são utilizados diferentes métodos de ensino, incluindo uma aula expositiva de 4 horas com exercícios presenciais e a aplicação do jogo educativo X-MED com duração de 2 horas”, indicando que esses métodos abrangem diferentes níveis de conhecimento, conforme descrito na taxonomia de Bloom revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). A aula expositiva cobre a recapitulação, enquanto o uso do jogo e exercícios desenvolve a compreensão e aplicação do conteúdo abordado.

O estudo proposto por Carrington et al. (2005) se destaca pela completa reestruturação da disciplina oferecida em seu currículo. O método de intervenção incluiu inicialmente uma aula tutorial para que os alunos se familiarizassem com o jogo, uma etapa importante devido às alterações feitas na disciplina para a introdução do jogo. A segunda tarefa da disciplina envolvia desenvolver uma especificação de requisitos de software. No entanto, com a introdução do jogo, foi pedido aos participantes que criassem uma especificação para uma versão de computador do jogo introduzido. Por fim, na úl-

tima tarefa, os estudantes foram solicitados a descrever seu entendimento do processo de software e o impacto do jogo no ensino da disciplina.

Outro método foi a aplicação apresentada por Moura e Santos (2018), que, além de introduzir o jogo em aulas específicas da disciplina, também disponibilizava o jogo como material de consulta para auxiliar os alunos.

QP3: Quais jogos sérios foram utilizados na disciplina?

Essa QP visou identificar quais jogos sérios foram utilizados pelos estudos para apoiar o ensino de Engenharia de Software. Com isso, os jogos sérios encontrados podem ser vistos na Tabela 3.4 e suas respectivas referências. Além desses, 7 outros jogos, sem um nome associado, foram encontrados (SRINIVASAN; LUNDQVIST, 2007; CHENG; SU, 2012; WU et al., 2009; MARATOU; CHATZIDAKI; XENOS, 2016; HAINEY et al., 2011; RUSU; RUSSELL; COCCO, 2011; JARAMILLO, 2009).

QP4: Quais elementos de jogos foram utilizados no desenvolvimento desses jogos?

Essa QP teve em vista compreender quais elementos de jogos são utilizados, analisando se algum elemento se destaca no ambiente de jogos sérios para o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. Para isso, foram utilizados como referência os termos apresentados por Kapp (2013), sendo realizada uma revisão manual dos estudos selecionados. Como resultado, cinco elementos se destacaram: solução de problemas, *feedback*, *role-play*, objetivos e manutenção de recursos. Tanto a **solução de problemas** quanto a **manutenção de recursos** estão diretamente ligados ao termo **regras**, servindo como parâmetro de funcionamento do jogo. Além disso, esses dois elementos podem ser diretamente associados ao *role-play*, descrito como **abstração de conceitos e realidade**, já que a maioria dos desenvolvedores optou pelo cenário de uma empresa, onde o jogador desempenha o papel de mestre de software. Essa interação acaba criando um **objetivo** para o jogo que envolve *feedback*, seja durante o processo, seja na conclusão do jogo, apresentando ao jogador tanto um sistema de progressão quanto um sistema de aprendizado, permitindo que ele reconheça o resultado de seus esforços graças às respostas do jogo às suas ações. Todos os elementos encontrados podem ser observados na Figura 3.2.

Tabela 3.4: Jogos sérios utilizados para o ensino de Engenharia de Software e suas respectivas referências.

Jogo Sério	Referência
Anukarna	(ATAL; SUREKA, 2015)
ARMI 2.0	(SONCHAN; RAMINGWONG, 2015)
Back to Penelope	(MARÍN; VERA; GIACHETTI, 2019)
Beer Game	(HUANG; LIN; HSU, 2008)
BIYUBI	(GARCIA et al., 2019)
Deliver!	(WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012)
DESIGMPS	(CHAVES et al., 2015)
EEEE—Expert and Efficient Estimators Enterprise	(FLORES; PAIVA; CRUZ, 2020)
Floors	(AYDAN et al., 2017)
GETKANBAN	(HEIKKILÄ; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016)
Go for it!	(SANCHEZ-GORDÓN et al., 2016)
GSD-Aware	(VIZCAÍNO et al., 2019)
hACMEgame	(NERBRÅTEN; RØSTAD, 2009)
iLearnTest	(RIBEIRO; PAIVA, 2015)
Inspector X	(PÖTTER et al., 2014)
IT Billionaire	(SOLINGEN; DULLEMOND; GAMEREN, 2011)
JEEES: Jogo de Estratégia para o Ensino de Engenharia de Software	(FIGUEIREDO et al., 2010)
Maple	(CHUA; BALKUNJE, 2012)
MO-SEProcess	(YE; LIU; POLACK-WAHL, 2007)
Pex4Fun	(TILLMANN et al., 2013)
PlayScrum	(FERNANDES; SOUSA, 2010)
Problems and Programmers	(CARRINGTON; BAKER; HOEK, 2005)
ProDec	(CALDERÓN; RUIZ; O’CONNOR, 2018b)
ProSoft	(MOURA; SANTOS, 2018)
RE-O-Poly	(SMITH; GOTEL, 2008)
Requengin	(GARCÍA et al., 2020)
SCRUMIA	(WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2013)
SDM Game	(KOHWALTER; CLUA; MURTA, 2011)
SE•RPG	(BENITTI; MOLLÉRI, 2008)
SimjavaSP	(SHAW; DERMOUDY, 2005)
SimSE	(LETRA; PAIVA; FLORES, 2015; NAVARRO; HOEK, 2009)
Simsoft	(CAULFIELD; VEAL; MAJ, 2011)
SimulES-W	(MONSALVE et al., 2018)
The Incredible Manager	(DANTAS; BARROS; WERNER, 2004)
The Scrum LEGO Challenge	(PAASIVAARA et al., 2014)
UBIRE	(LIMA et al., 2012)
X-MED	(WANGENHEIM; THIRY; KOCHANSKI, 2009)

QP5: Quais evidências do uso de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software?

Essa QP visou analisar o impacto da introdução desses jogos no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, observando tanto os efeitos positivos quanto os negativos. De



Figura 3.2: Frequência de elementos de jogos utilizados.

forma geral, a introdução de jogos sérios tem se mostrado positiva em quase todas as aplicações, tanto no engajamento com a disciplina quanto na elevação do aprendizado dos alunos.

Esses fatores são reforçados por alguns estudos. Por exemplo, Dantas et al. (2004) mencionam que “os participantes apontaram alguns aspectos importantes como as pressões psicológicas (de turnos contínuos e efeitos visuais atraentes), a alta dificuldade como desafio motivador para o jogador e o fator de entretenimento ao executar o jogo sem perder o engajamento para alcançar os objetivos”. Esse estudo destaca como os parâmetros foram cruciais para o sucesso do jogo sério, embora nem todos os fatores sejam compartilhados por outras pesquisas.

Mesmo com a alta dificuldade sendo apresentada inicialmente como um fator motivador, esse resultado não é compartilhado por todas as publicações. A aplicação de Fernandes e Sousa (2010) relata que, embora a maioria das respostas ao jogo tenha sido positiva, jogadores inexperientes na área tiveram dificuldade em entender o funcionamento do jogo. Da mesma forma, Nerbraten e Røstad (2009) apontaram que a falta de conhecimento no conteúdo abordado pelo jogo foi um desafio para alguns jogadores, mas também destacaram que existem ajustes que podem ser realizados no jogo para mitigar esse obstáculo. Os autores enfatizam ainda que uma parte importante do desenvolvimento de jogos sérios é o controle da dificuldade do jogo, já que isso pode ser tanto motivador quanto desmotivador. Para sanar essa dificuldade, eles introduziram a opção de ativar ou desativar dicas, ou tornar os desafios do jogo opcionais. Esse ponto é reforçado por Chaves et al. (2015), que também apresentaram resultados positivos, mas encontrou problemas com o aumento exponencial de dificuldade nos estágios do jogo.

Além da questão da dificuldade, Fernandes e Sousa (2010) ressaltaram que seu jogo não deve ser usado isoladamente, mas como complemento aos conceitos teóricos das disciplinas, um ponto também reforçado por von Wangenheim et al. (2009).

Nem todos os estudos apresentaram resultados expressamente positivos. Por exemplo, van Solingen et al. (2011) apontaram em sua pesquisa que “quando somamos todos os fatores abordados no jogo e os mencionados pelos participantes em todas as questões, medimos apenas uma pequena diferença a favor do grupo de teste”. Semelhantemente, Vizcaíno et al. (2019) afirmaram que, embora nenhum estudo tenha mostrado melhoria no aprendizado, também não houve impacto negativo. No entanto, a aquisição de conhecimento por meio do jogo foi considerada divertida pelos participantes, algo que os autores destacaram como um fator importante.

Também foram encontrados estudos que apontaram resultados negativos em suas aplicações. Como relatado por Wu et al. (2009), “a maioria dos alunos não teve um bom desempenho no teste, e apenas alguns alunos obtiveram notas mais altas”. Além disso, os autores indicam que a falta de dicas e materiais disponíveis no jogo para auxiliar os alunos com dificuldades, com a ênfase no processo de gerenciamento de projetos, resultou em uma falta de interatividade que impactou negativamente a motivação dos alunos.

Houve ainda uma aplicação específica que apresentou uma visão diferente das demais quanto aos seus resultados. O estudo de von Wangenheim et al. (2009) aponta que, embora os estudantes acreditassem que o jogo tenha sido eficiente em ajudá-los a aprender, os resultados dos testes não validaram tal afirmação. A conclusão foi que o jogo, no momento de sua aplicação, não estava adequado para suportar o ensino, indicando que o método de ensino adotado deveria ser melhor adaptado para a introdução do jogo.

QP6: Que tipo de avaliação foi considerada para verificar o impacto do uso do jogo sério no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software?

Esta questão identificou os métodos utilizados para verificar o impacto do uso de jogos sérios no processo de ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. Além disso, verificou se algum dos métodos disponíveis na literatura foi empregado. Foi possível notar uma preferência na construção própria de questionários, abordando conteúdos como aprendizado e diversão. No mais, dois métodos específicos se destacaram: quatro níveis

de avaliação de Kirkpatrick (*Kirkpatrick's Four Levels of Evaluation*) (KIRKPATRICK; KIRKPATRICK, 2016), considerado por três trabalhos (WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012; PAASIVAARA et al., 2014; WANGENHEIM; THIRY; KOCHANSKI, 2009), e o MEEGA (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011) em outros três (GARCÍA et al., 2020; CALDERÓN; RUIZ; O'CONNOR, 2018b; MOURA; SANTOS, 2018). A Tabela 3.5 apresenta o número de ocorrências de cada método encontrado nos estudos analisados.

Tabela 3.5: Métodos de Avaliação.

Método	Frequência
Questionário Próprio	29
Entrevista	7
Nota	6
<i>Kirkpatrick's Four Levels of Evaluation</i>	3
MEEGA	3
ARCS Questionário	1
Sessões para Discussão	1
UMUX survey	1
Taxa de Completude	1
Reformulação da Disciplina	1
<i>T-Student</i>	1

Nota-se a preferência por questionários antes e depois da aplicação para definir um parâmetro para comparação (HAINEY et al., 2011; GARCIA et al., 2019; CHAVES et al., 2015; LETRA; PAIVA; FLORES, 2015; SMITH; GOTEL, 2008; PÖTTER et al., 2014; CAULFIELD; VEAL; MAJ, 2011; FLORES; PAIVA; CRUZ, 2020; HEIKKILÄ; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016; ATAL; SUREKA, 2015; SONCHAN; RAMINGWONG, 2015; WANGENHEIM; THIRY; KOCHANSKI, 2009). Além disso, alguns dividiram os participantes em dois grupos (controle e aplicação do jogo) (CHENG; SU, 2012; DANTAS; BARROS; WERNER, 2004; WANGENHEIM; THIRY; KOCHANSKI, 2009; SOLINGEN; DULLEMOND; GAMEREN, 2011; SMITH; GOTEL, 2008).

QP7: Quais são os autores mais ativos na área?

Dos 128 autores, 11 estão em mais de um estudo resultante do MSL, como mostra a Tabela 3.6. Três autores se destacaram:

- Christiane Gresse von Wangenheim (WANGENHEIM; THIRY; KOCHANSKI, 2009; WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012; CHAVES et al., 2015; WANGENHEIM;

SAVI; BORGATTO, 2013);

- Rory V. O'Connor (CALDERÓN; RUIZ; O'CONNOR, 2018b; SANCHEZ-GORDÓN et al., 2016; AYDAN et al., 2017);
- Ana C. R. Paiva (LETRA; PAIVA; FLORES, 2015; RIBEIRO; PAIVA, 2015; FLORES; PAIVA; CRUZ, 2020).

Tabela 3.6: Contagem dos autores mais frequentes.

Autor(a)	Frequência
Christiane Gresse von Wangenheim	4
Rory V. O'Connor	3
Ana C. R. Paiva	3
Rafael Savi	2
Adriano Ferreti Borgatto	2
Cláudia Werner	2
Nuno Flores	2
André van der Hoek	2
Esteban W. G. Clua	2
Leonardo G. P. Murta	2
Vera Werneck	2

Além disso, vale destacar que Rafael Savi e Adriano Ferreti Borgatto colaboraram em estudos com Christiane Gresse von Wangenheim (WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012; WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2013). Similarmente, Nuno Flores trabalhou com Ana C. R. Paiva (LETRA; PAIVA; FLORES, 2015; FLORES; PAIVA; CRUZ, 2020), e Esteban W. G. Clua possui dois estudos com Leonardo G. P. Murta (KOHWALTER; CLUA; MURTA, 2011; FIGUEIREDO et al., 2010).

QP8: Quais são os países que mais propuseram estudos sobre a temática?

Entre os 19 países identificados, o Brasil se destaca com um total de 12 estudos (WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012; WANGENHEIM; THIRY; KOCHANISKI, 2009; CHAVES et al., 2015; DANTAS; BARROS; WERNER, 2004; PÖTTER et al., 2014; MOURA; SANTOS, 2018; WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2013; KOHWALTER; CLUA; MURTA, 2011; MONSALVE et al., 2018; LIMA et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2010; BENITTI; MOLLÉRI, 2008), seguido pelos Estados Unidos da América com seis estudos (YE; LIU; POLACK-WAHL, 2007; SMITH; GOTEL, 2008; NAVARRO; HOEK, 2009; RUSU; RUSSELL; COCCO, 2011; SRINIVASAN; LUNDQVIST, 2007;

TILLMANN et al., 2013). Os países com frequência igual ou superior a dois estudos podem ser observados na Tabela 3.7. Isso evidencia que o Brasil tem um interesse significativo no uso de jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

Tabela 3.7: países com publicações mais frequentes.

País	Referência
Brasil	(WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012; WANGENHEIM; THIRY; KOCHANSKI, 2009; CHAVES et al., 2015; PÖTTER et al., 2014; MOURA; SANTOS, 2018; WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2013; KOHWALTER; CLUA; MURTA, 2011; MONSALVE et al., 2018; LIMA et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2010; BENITTI; MOLLÉRI, 2008; DANTAS; BARROS; WERNER, 2004)
Estados Unidos da América	(YE; LIU; POLACK-WAHL, 2007; SMITH; GOTEL, 2008; NAVARRO; HOEK, 2009; RUSU; RUSSELL; COCCO, 2011; TILLMANN et al., 2013; SRINIVASAN; LUNDQVIST, 2007)
Portugal	(LETRA; PAIVA; FLORES, 2015; RIBEIRO; PAIVA, 2015; FERNANDES; SOUSA, 2010; FLORES; PAIVA; CRUZ, 2020)
Austrália	(SHAW; DERMOUDY, 2005; CAULFIELD; VEAL; MAJ, 2011; CARRINGTON; BAKER; HOEK, 2005)
Taiwan	(CHENG; SU, 2012; WU et al., 2009; HUANG; LIN; HSU, 2008)
Espanha	(CALDERÓN; RUIZ; O’CONNOR, 2018b; SANCHEZ-GORDÓN et al., 2016; VIZCAÍNO et al., 2019)
Finlândia	(PAASIVAARA et al., 2014; HEIKKILÄ; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016)
México	(GARCIA et al., 2019; GARCÍA et al., 2020)

QP9: Quais os principais meios de divulgação dos estudos selecionados?

Essa QP visou identificar os meios de divulgação dos estudos. Entre os meios identificados, apenas um periódico apresentou mais de uma ocorrência: *Computer Standards & Interfaces* (GARCÍA et al., 2020; CALDERÓN; RUIZ; O’CONNOR, 2018b). Além disso, a maioria dos estudos estão relacionadas a conferências, totalizando 26, seguidas por periódicos, com um total de 18, enquanto apenas 1 estudo foi registrado em *workshop*.

3.3 Ameaças à Validade

No MSL foram tomadas medidas para mitigar potenciais ameaças que poderiam comprometer a validade dos resultados (WOHLIN et al., 2012). No entanto, não se pode garantir completamente que essas ameaças, entre outras, não tenham impactado os resultados.

Quanto à **validade interna**, o fator humano pode ter influenciado a pesquisa, pois as etapas de seleção e extração de dados foram conduzidas de maneira independente por quatro autores, organizados em dois grupos, visando reduzir subjetividades. No entanto, diferenças de interpretação podem ter influenciado as decisões de inclusão ou exclusão de determinados estudos. Para mitigar essa limitação, os resultados individuais foram revisados em pares e, em caso de divergências, os autores discutiram suas decisões para chegar a um consenso, incluindo a releitura das publicações quando necessário.

Problemas na formulação da *string* de busca representam uma ameaça à **validade de construção**, podendo ter levado à exclusão de alguns estudos. Para minimizar esse efeito, a *string* foi testada e ajustada ao longo das várias etapas do processo, além da aplicação do *snowballing* nas publicações resultantes.

Quanto à **validade externa**, embora a pesquisa de Mourão et al. (2020) sugira que o método utilizado abranja uma parte significativa dos estudos disponíveis na literatura, é possível que alguns estudos relevantes não tenham sido incluídos. Finalmente, a busca nas bibliotecas digitais foi realizada em fevereiro de 2024. Portanto, é possível que versões recentes de trabalhos ou avanços na pesquisa não tenham sido considerados.

3.4 Considerações Finais

O MSL descrito neste capítulo identificou as principais características presentes em abordagens que utilizam jogos sérios para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. A partir dos estudos selecionados, foi possível identificar diferentes estratégias para a elaboração dos jogos, apresentando os principais elementos utilizados no seu desenvolvimento. Foi possível concluir que o uso de jogos sérios tem, em sua maioria, apresentado resultados positivos, auxiliando tanto no engajamento quanto no aumento das notas dos discentes. No entanto, também foi possível concluir que a

dificuldade relativa de um jogo pode ser um fator negativo na aplicação, caso não seja avaliada com cautela.

Uma das questões de pesquisa deste MSL mapeou o uso de métodos específicos de avaliação nos trabalhos selecionados. Observou-se que o uso de tais métodos já aparece na literatura com uma maior frequência. Isso pode ser observado quando contrastado com o mapeamento apresentado em Santos et al. (2020), que identificou o MEEGA (e suas extensões) como o único método em uso à época. Embora o MEEGA continue entre os mais usados, percebe-se que mais métodos estão sendo adotados na avaliação de jogos sérios aplicados à Engenharia de Software. Ainda há, entretanto, uma quantidade muito limitada de estudos que os utilizam, mantendo-se a predominância de questionários e entrevistas como formas de avaliação dos jogos.

No mais, com as publicações resultantes do MSL, foi possível traçar diferentes estratégias para elaborar um jogo sério para o ensino de Engenharia de Software, apresentando ideias sobre quais elementos adotar, bem como a forma de aplicação e avaliação em uma disciplina.

Nesse cenário, o Capítulo 4 apresenta a descrição de um jogo desenvolvido com o intuito de ser aplicado para auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. Além disso, apresenta duas aplicações desse jogo, realizando uma avaliação a partir do uso do método MEEGA+ (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2016).

4 Desenvolvimento de um Jogo Sérió para Engenharia de Software

A disciplina de Engenharia de Software é oferecida nos dois períodos letivos do ano na UFJF, com alternância entre professores a cada semestre. O principal objetivo dessa disciplina é fornecer aos estudantes uma base sólida de conhecimento em Engenharia de Software, abrangendo desde a história dos métodos até as metodologias clássicas e as mais recentes, como as metodologias ágeis de desenvolvimento de software.

Tendo em vista a importância de uma formação robusta e atualizada em Engenharia de Software, este capítulo apresenta as decisões de projeto que orientaram o desenvolvimento do jogo sério, destacando o conceito do jogo (*game high concept*) na Seção 4.1, e detalhando o processo de desenvolvimento na Seção 4.2. Além disso, as metodologias de avaliação aplicadas e os resultados obtidos com as duas implementações do jogo são discutidos nas Seções 4.3 e 4.4. A análise comparativa entre o jogo sério GamES e os jogos sérios identificados no mapeamento sistemático é discutida na Seção 4.5. As ameaças à validade são analisadas na Seção 4.6, enquanto as considerações finais e a discussão dos resultados são apresentadas na Seção 4.7.

4.1 *Game High Concept*

Inicialmente, considerando que o objetivo fundamental do jogo é servir como uma ferramenta de auxílio ao ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, foi explorado quais elementos seriam utilizados no desenvolvimento do jogo sério GamES. Com isso, para introduzir os conceitos de Engenharia de Software, optou-se pelo uso do *quiz* e da narrativa como principais ferramentas de aquisição de conhecimento. O propósito foi o de construir uma narrativa em torno de um contexto de Engenharia de Software que complementasse o conteúdo do *quiz*, de modo que os dois elementos atuassem em conjunto para reforçar os assuntos abordados. As perguntas foram inicialmente desenvolvidas a partir de bancos

de perguntas de concurso disponíveis *online*. No entanto, na segunda iteração do jogo, foi notado que fazer perguntas diretamente ligadas com o conteúdo da disciplina seria mais impactante, já que essa alteração no *quiz* criaria uma conexão mais sólida entre o que é discutido em sala de aula e o que é abordado no jogo. O cenário no qual ocorre o *quiz* pode ser visto na Figura 4.1.

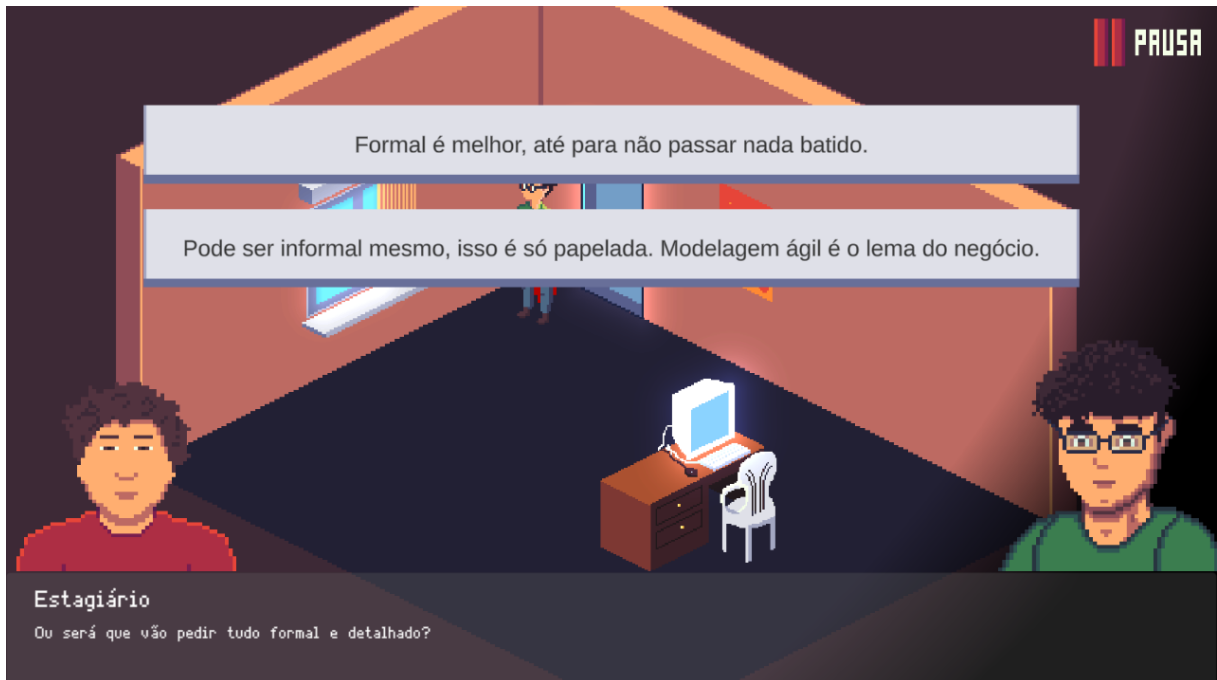


Figura 4.1: Cenário no qual o *quiz* ocorre.

Em seguida, considerando que uma das principais dificuldades no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software é conectar o contexto profissional aos conceitos apresentados em sala de aula, foi introduzido o elemento de *role-play* para complementar a narrativa. Esses elementos serviram como pilares do jogo, estruturando-o como um romance visual (*visual novel*). Nesta fase, foi recordado que um dos primeiros tópicos tratados na disciplina de Engenharia de Software é a história dessa área, tendo como evento marcante a ocorrência da crise de software. A partir desse cenário, uma história foi desenvolvida na qual o jogador vivencia a situação hipotética de uma segunda crise de software da perspectiva de um engenheiro de software, resolvendo os problemas que tal situação trouxe para si e seus companheiros de trabalho. O cenário no qual decorre a história do romance visual pode ser observado na Figura 4.2.

Tentando abordar cada tópico apresentado na disciplina, a narrativa do jogo constrói em seus cenários a necessidade de recordar como a Engenharia de Software se



Figura 4.2: Cenário da história do romance visual.

desenvolveu ao longo dos anos, de forma que o jogador consiga enfrentar a segunda crise de software hipotética do jogo. Dessa forma, as semanas que passam no jogo foram desenvolvidas com cada tópico da disciplina em mente, estruturando cada semana da seguinte forma:

- **Semana 1:** Análise de Requisitos
- **Semana 2:** Ferramentas CASE
- **Semana 3:** Gerência de Projetos
- **Semana 4:** Processo de Software
- **Semana 5:** Qualidade de Software
- **Semana 6:** Gerência de Configuração de Software

No mais, uma semana 0 também foi introduzida para servir como um tutorial do funcionamento de cada semana.

Como estruturação base, apenas esses elementos já seriam suficientes para introduzir o jogo. No entanto, para garantir o fator lúdico do jogo na totalidade, se tornou necessário a adição de outros elementos, como também o refinamento dos elementos já

existentes. Com isso, alguns elementos foram adicionados para reforçar o *quiz*. Primeiramente, foi notada a necessidade de adicionar uma forma de dar retorno aos jogadores após a conclusão de uma semana. A partir disso, foi criado um estágio após a etapa do *quiz* para apresentar, através da ilustração de um *e-mail*, quais perguntas foram respondidas correta e incorretamente. Tal cenário é apresentado na Figura 4.3.

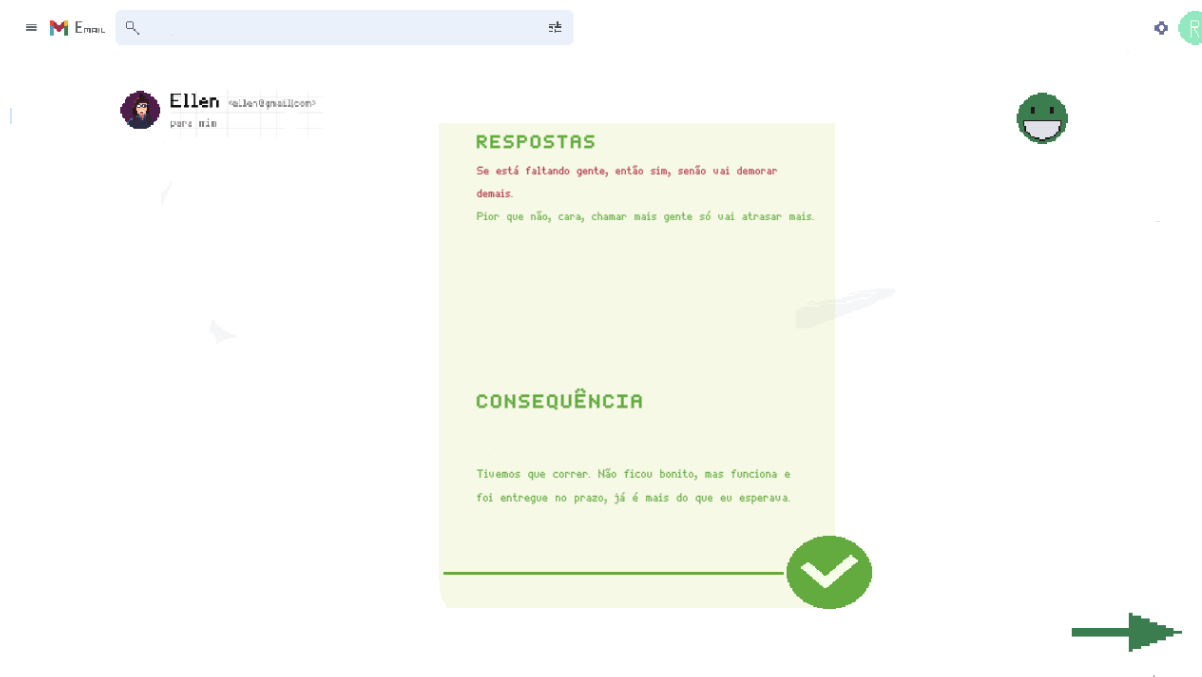
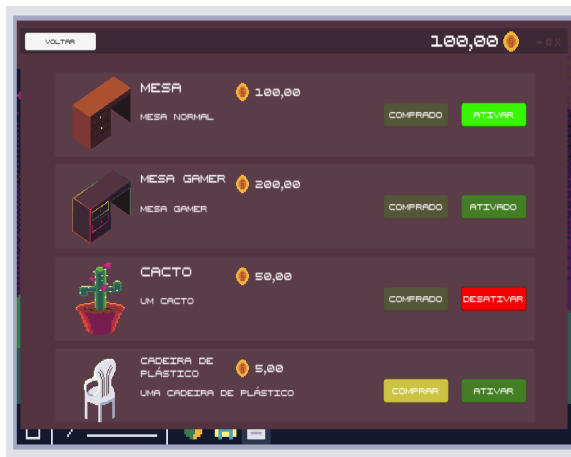


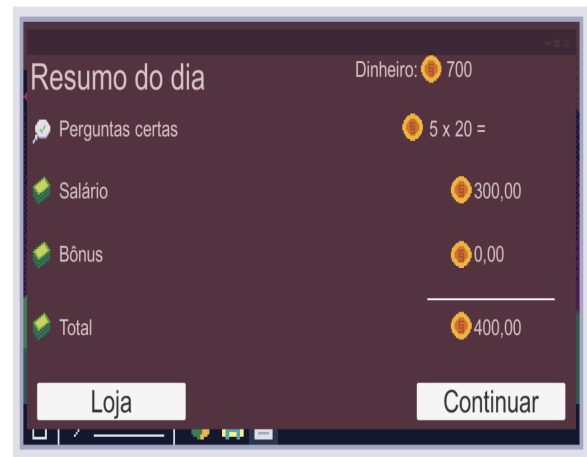
Figura 4.3: Cenário do *feedback* das perguntas.

Além disso, dependendo do número de questões que o jogador acertasse, um elemento de satisfação da empresa era influenciado, podendo levá-lo ao final ruim caso muitos erros fossem cometidos. Visando não apenas penalizar o desempenho do jogador, também foi criado um sistema de recompensas para reforçar os acertos. Ao final de cada semana, era apresentado a esse um relatório com o seu resultado, que o recompensava com moedas dependendo do número de questões que esse havia acertado. Com isso, era permitido na mesma tela acessar a página da loja, na qual ele podia comprar itens para customizar a sala do *quiz* como quisesse. Tanto a loja quanto o cenário de relatório podem ser observados nas Figuras 4.4a e 4.4b.

Por fim, outro cenário foi criado para tentar diversificar a história, sendo este uma sala onde os empregados da empresa se encontram no meio do dia. Além de reforçar os conceitos de Engenharia de Software apresentados em outros cenários da história, este cenário busca criar um ambiente no qual os jogadores podem conhecer melhor os



(a) Visão da loja.



(b) Visão do relatório.

Figura 4.4: Cenários que representam as últimas cenas da semana no jogo.

personagens do jogo. Tal local é apresentado na Figura 4.5.



Figura 4.5: Cenário da Sala de Descanso.

Com os cenários agora definidos, faltava apenas estruturar a ordem para concluir o ciclo do jogo. Conforme apresentado na Figura 4.6, o jogador começa em um cenário de romance visual, avançando no diálogo com a tecla espaço. Em seguida, ele entra na sala do *quiz*, onde pode se mover livremente. Ao se aproximar da porta, responde a uma pergunta, repetindo esse ciclo cinco vezes. Depois, o jogador acessa a sala de descanso, onde pode interagir com o ambiente, concluindo essa cena com outra etapa de romance visual. Após a sala de descanso, o jogador visualiza o cenário de *feedback*, que apresenta

as questões certas e erradas do *quiz*, seguido pelo cenário de relatório. Nesse cenário, ele pode acessar a loja de itens ou continuar. Na loja, ele pode comprar itens e adicioná-los à sala do *quiz*. Finalmente, o jogador entra em um último cenário de romance visual. Dependendo do desempenho no *quiz*, ele retorna à primeira cena ou vai para uma cena final que encerra o jogo com um final ruim. Caso o jogador conclua todas as semanas sem chegar ao final ruim, ele completa o jogo.

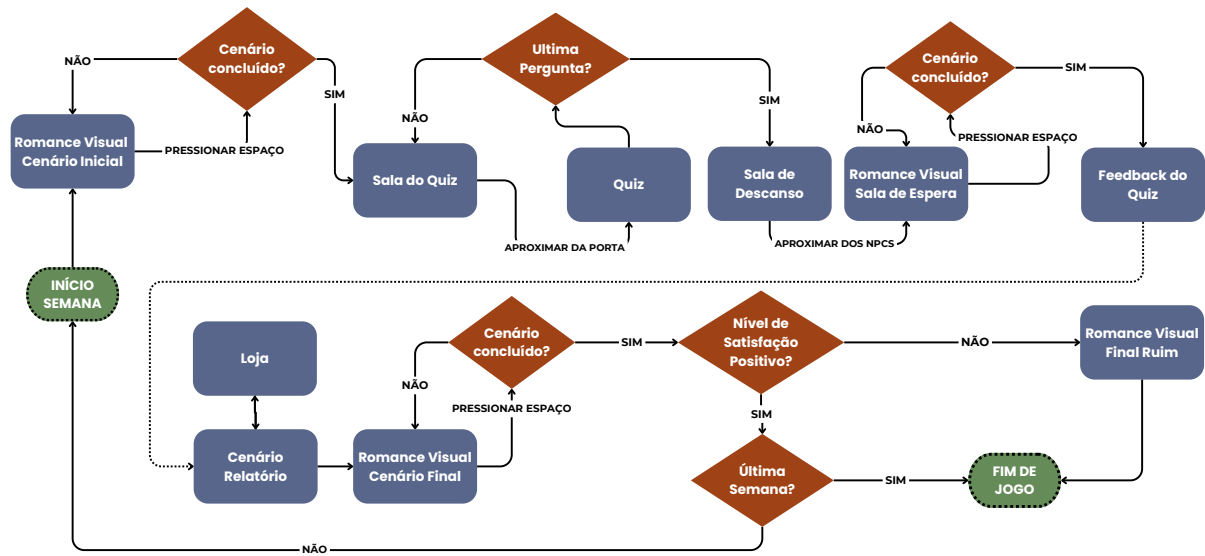


Figura 4.6: Fluxo de interações do usuário no decorrer de uma semana do jogo.

4.2 Desenvolvimento do Jogo Sério

O desenvolvimento do jogo sério seguiu, inicialmente, o **Modelo Espiral de Boehm**, com foco na identificação e mitigação de riscos a cada iteração do processo. Durante as primeiras fases, as principais funcionalidades foram implementadas com base nas metas e nos requisitos estabelecidos. Após o primeiro estudo de caso, no qual obtivemos os primeiros resultados e o feedback dos jogadores, decidimos adaptar a metodologia para o **Desenvolvimento  gil**. Essa mudança permitiu que incorpor ssemos de maneira mais rápida e eficiente os comentários e sugestões dos usuários, alinhando o desenvolvimento às necessidades emergentes do público-alvo e garantindo entregas incrementais mais frequentes e de maior valor.

Em questão das ferramentas utilizadas para compor a estruturação do jogo, foi

utilizado o motor de jogo Unity⁴, além da Inky⁵ para estruturar e implementar as narrativas e diálogos, facilitando a criação dos cenários que envolvem romance visual através das funções de divisão de falas e seleção de personagens que essa ferramenta proporciona. Por fim, Aseprite⁶ foi a escolhida para a criação de arte e animação em *pixel art*.

A disposição geral do jogo sério é relativamente simples, utilizando principalmente a ferramenta de criação de cenas da Unity, conforme ilustrado na Figura 4.7. Existem cinco gerenciadores principais responsáveis pelo funcionamento do jogo. O **gerenciador de dados** armazena todas as informações do jogador, desde a quantidade de perguntas que ele acertou até em qual semana ele se encontra, informações estas usadas para a geração do relatório semanal. O **gerenciador de enredo** controla o carregamento das etapas do romance visual quando requisitado, enquanto o **gerenciador de quiz** carrega as perguntas a serem apresentadas e provê *feedback* ao jogador. O **gerenciador de loja** controla quais objetos foram comprados e quais foram ativados para visualização no cenário do *quiz*. Por fim, o **gerenciador de personagem** controla as ações do jogador nos cenários possíveis.

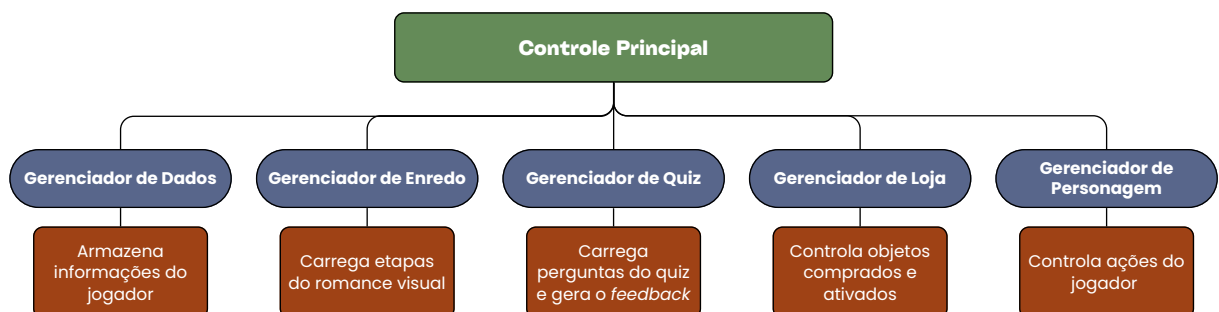


Figura 4.7: Gerenciadores desenvolvidos para controle dos cenários.

4.3 Primeira Aplicação

Com o jogo agora definido, procedeu-se à primeira prototipagem para avaliar a eficácia do jogo no ensino e da aprendizagem de Engenharia de Software, bem como para analisar o interesse dos participantes no método. Nesta primeira versão do jogo, a semana tutorial foi excluída, restando apenas a semana dedicada ao ensino de análise de requisitos. No

⁴<<https://unity.com/pt>>

⁵<<https://www.inklestudios.com/ink/>>

⁶<<https://www.aseprite.org>>

mais, para a realização da avaliação, reservou-se um dia letivo da disciplina de Engenharia de Software, durante o qual os alunos tiveram a opção de participar no estudo de caso.

A condução do estudo de caso iniciou-se com uma breve apresentação do projeto e dos objetivos almejados com essa aplicação. Em seguida, o jogo foi disponibilizado aos participantes. Durante a avaliação, buscou-se evitar qualquer assistência aos jogadores, uma vez que tal intervenção poderia influenciar os resultados, e quaisquer dúvidas levantadas poderiam apontar para problemas não previamente analisados. Por fim, foi fornecido aos participantes o formulário MEEGA+ para poderem preencher.

Durante o estudo de caso, observou-se que a maioria dos participantes optou por jogar individualmente, o que era esperado, uma vez que o jogo foi desenvolvido com essa abordagem em mente. No entanto, ao concluir o jogo pela primeira vez, alguns participantes se uniram para tentar resolver algumas questões em conjunto.

Com o estudo de caso concluído, registrou-se um total de 34 participantes, a maioria dos quais estava na faixa etária entre 18 e 28 anos, com apenas uma exceção com mais de 50 anos. A maioria era do sexo masculino, com 4 de 34 sendo do sexo feminino. Além disso, vale notar que a maioria tinha alguma experiência com jogos, como apresentado na Tabela 4.1 a seguir.

Tabela 4.1: Frequência com que os participantes jogam na primeira aplicação.

Frequência	Contagem
Diariamente	12
Semanalmente	9
Mensalmente	6
Raramente	4
Nunca	2

Conforme descrito anteriormente, alguns resultados puderam ser antecipados durante a condução do estudo de caso, indicando desafios específicos em relação à acessibilidade do jogo. Portanto, ao aplicar o método MEEGA+, obteve-se um valor de α igual a 43,8155. Conforme a definição de tal método, esse resultado sugere que o jogo possui uma boa qualidade. No entanto, esse valor ainda se encontra bastante próximo do mínimo necessário para atingir esse nível, destacando a necessidade de aprimorar alguns detalhes para garantir uma qualidade ainda maior do jogo. Antes de apresentar os resultados, é importante explicar a gradação utilizada. O questionário MEEGA+ emprega a Escala

de Likert, na qual as respostas variam entre discordo totalmente (DT), discordo parcialmente (DP), indiferente (I), concordo parcialmente (CP) e concordo totalmente (CT). Os resultados da aplicação são apresentados nas Tabelas 4.2 e 4.3.

Tabela 4.2: Respostas dos alunos para cada afirmação de usabilidade do questionário na primeira aplicação.

Afirmação	DT	DP	I	CP	CT
A1: O design do jogo é atraente (interfaces, gráficos, etc.).	0	1	2	18	13
A2: Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.	0	2	5	15	12
A3: Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo.	1	3	8	7	15
A4: Aprender a jogar esse jogo foi fácil para mim.	0	0	4	7	23
A5: Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.	0	4	2	13	15
A6: Eu considero que o jogo é fácil de jogar.	1	0	2	12	19
A7: As regras do jogo são claras e compreensíveis.	1	5	9	9	10
A8: As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.	0	4	3	16	11
A9: As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.	0	0	3	18	11

Dos resultados obtidos, um fator se destacou como uma razão óbvia para a redução da nota, sendo esse o aspecto cooperativo explorado pelo MEEGA+. Esse destaque ocorre porque o jogo foi desenvolvido para ser jogado individualmente, permitindo que o jogador desenvolva seus conhecimentos sem influência de terceiros, seja de forma competitiva ou cooperativa. Ademais, outros elementos de jogos foram utilizados como ferramentas para engajar o jogador com o jogo. No entanto, três participantes concordaram completamente e nove concordaram parcialmente que o jogo proporcionou momentos de cooperação. Isso pode ter ocorrido devido ao ambiente do estudo de caso realizado em sala de aula e ao fato de alguns participantes terem se juntado no final para resolver os exercícios propostos em conjunto.

Apesar dos desafios encontrados, alguns aspectos contribuíram para elevar o jogo a um patamar de boa qualidade. Um dos fatores de motivação significativos para os jogadores foi a qualidade de apresentação do jogo, que foi consistentemente elogiada nos comentários, especialmente em relação aos elementos gráficos, sendo que apenas um dos participantes mencionou que não achou o jogo atraente. Outro aspecto que gerou discussões foi a narrativa do jogo. Apesar de essa versão só apresentar a primeira semana, alguns jogadores manifestaram interesse pela história e demonstraram curiosidade em relação ao seu desenvolvimento nas semanas seguintes.

Além dos fatores lúdicos, os participantes mencionaram, em sua maioria, que

Tabela 4.3: Respostas dos alunos para cada afirmação de experiência do jogador do questionário na primeira aplicação.

Afirmação	DT	DP	I	CP	CT
A10: A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo.	3	4	13	12	2
A11: Este jogo é adequadamente desafiador para mim.	0	2	9	21	2
A12: O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.	3	10	9	11	1
A13: O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou tarefas chatas).	4	17	7	5	1
A14: Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.	1	6	16	9	2
A15: É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo.	2	7	7	15	3
A16: Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo.	2	5	8	16	3
A17: Eu recomendaria este jogo para os meus colegas.	3	0	7	19	5
A18: Eu pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	4	6	7	9	8
A19: O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores.	10	6	6	9	3
A20: Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.	8	5	10	7	4
A21: Eu me diverti com o jogo.	1	2	10	18	3
A22: Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição, etc.) que me fez sorrir.	1	2	4	18	9
A23: Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	2	0	2	20	10
A24: Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.	6	7	12	7	2
A25: Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.	4	9	10	9	2
A26: O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	1	1	5	7	20
A27: É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina.	1	0	1	15	17
A28: O jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina.	1	2	6	15	10
A29: Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino).	1	8	8	12	5
A30: O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	2	3	7	17	5
A31: O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	1	9	10	11	3
A32: O jogo contribuiu para reforçar os conceitos da disciplina vistos em sala.	2	0	2	20	10

a curva de aprendizado do jogo não era elevada, tornando a experiência adequada para todos os jogadores. Esse ponto mostra que, além dos dados destacados no início da sessão, o jogo possui uma barreira de entrada justa, com alguns detalhes a serem ajustados. Por exemplo, aqueles menos experientes com o estilo de jogo *visual novel* não naturalmente apertaram espaço para avançar a história. Esses detalhes ficaram ainda mais evidentes com a presença do participante acima de 50 anos, já que por ausência de experiência com esse meio, teve muitas dificuldades em avançar o jogo. Detalhe ainda mais agravante quando analisada a falta de tutoriais nessa versão, que não deixava claro como cada

cenário funcionava, tornando assim difícil reconhecer como acessar o *quiz* e dar andamento na história. Contudo, pequenas alterações na interface do jogo seriam suficientes para corrigir esse problema.

Os participantes também destacaram que a dificuldade do *quiz* estava adequada para o objetivo do jogo, no qual 67% dos participantes concordaram que o jogo era devidamente desafiador e 88% consideraram que esse contribuiu para auxiliar a disciplina. Vale destacar que mesmo com uma quantidade considerável concordando, a dificuldade do jogo ainda foi ressaltada nos comentários e alguns não conseguiram fazer a relação de como a história se conecta com o conteúdo das perguntas.

Por fim, mesmo que a maioria tenha afirmado ter se divertido com o jogo, com 29% dos participantes foram indiferentes nesse quesito. Tal resultado pode estar ligado à pergunta relacionada a monotonia do jogo, já que 61% discordaram do fato do jogo não se tornar monótono, embora muitos comentários ressaltassem que mais atividades poderiam ser adicionadas ao jogo para complementá-lo. Os resultados da afirmativa quanto à monotonia podem ser observados na Figura 4.9. A Figura 4.8, por sua vez, apresenta os resultados relativos à diversão.

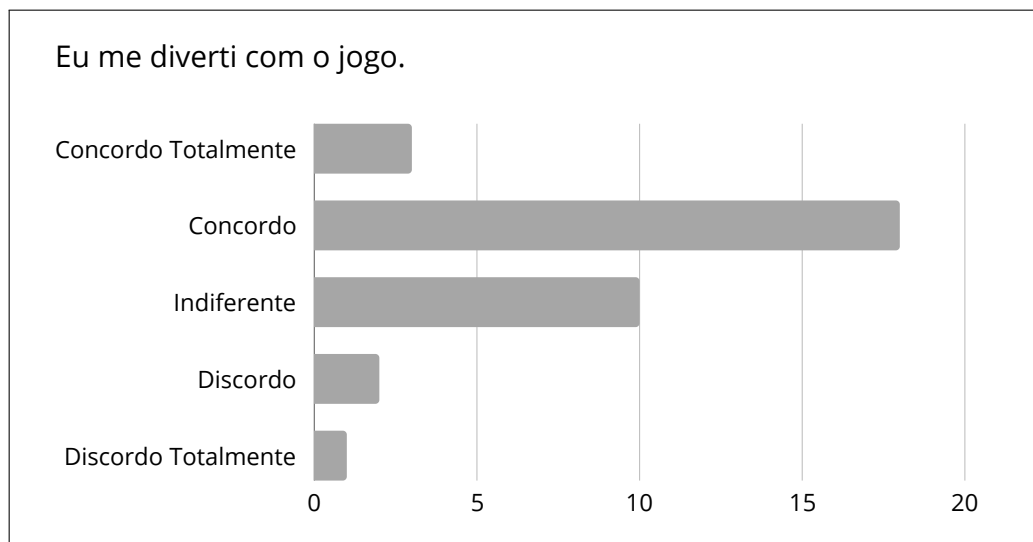


Figura 4.8: Resultado da afirmativa "Eu me diverti com o jogo" na primeira aplicação.

Em conclusão, este primeiro estudo de caso indicou que os resultados apresentados são promissores e sugerem que o jogo sério pode ser uma ferramenta eficaz para auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software. No entanto, esse não ocorreu sem desafios, e o jogo ainda tem bastante espaço para evolução. Com isso, foram realizados

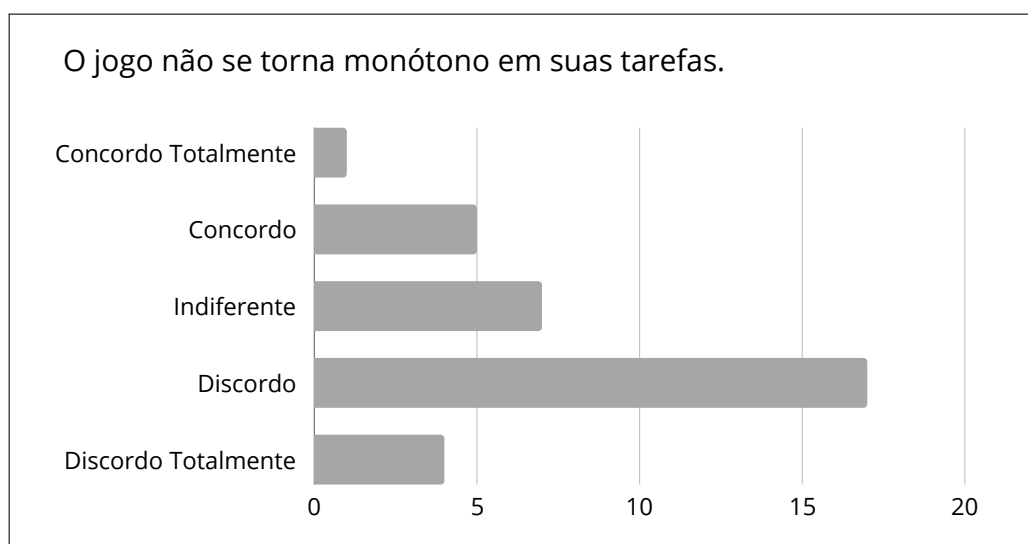


Figura 4.9: Resultado da afirmativa “O jogo não se torna monótono em suas tarefas” na primeira aplicação.

ajustes necessários na acessibilidade e introduzidos outros elementos para abordar os problemas identificados antes da segunda aplicação.

4.4 Segunda Aplicação

Diferentemente da primeira aplicação, a segunda, em vez de fazer um estudo de caso em sala, recorreu à disponibilização do jogo aos estudantes para que esses pudessem baixar e jogar em seu próprio tempo. Tal decisão foi tomada devido à duração do jogo, já que nessa versão as 6 semanas de conteúdo estariam inclusas no jogo e, aqueles que jogassem para estudar, poderiam fazer a separação do conteúdo da maneira que desejassem.

Como dito anteriormente, essa aplicação diferiu da primeira, mas não apenas na maneira de aplicação. Além das 6 semanas estarem inclusas no jogo, também foi disponibilizado aos jogadores uma loja dentro desse que permitia aos usuários comprarem decorativos para um dos cenários do jogo, sendo que esses seriam adquiridos através do uso das moedas recebidas por responder corretamente às perguntas. No mais, também foi decidido incluir um sistema de pontuação que controlaria se o jogador poderia seguir com o jogo, dependendo do número de respostas certas, criando um final diferente caso muitos erros acontecessem.

Com isso, após disponibilizado o jogo, a aplicação do formulário MEEGA+ foi realizada em sala, onde um total de 20 participantes responderam às perguntas. Dentre

esses, a maioria se enquadrava na faixa etária entre 18 e 28 anos, com apenas duas exceções, uma com mais de 50 anos e outra entre 29 e 39 anos. Além disso, 3 dos participantes eram do sexo feminino, e o restante do sexo masculino. No mais, a maioria tem alguma experiência com jogos como apresentado na Tabela 4.4 a seguir.

Tabela 4.4: Frequência com que os participantes jogam na segunda aplicação.

Frequência	Contagem
Semanalmente	9
Diariamente	5
Mensalidade	2
Nunca	2
Raramente	1

Nesta aplicação, a ausência de encontros presenciais resultou na falta de clareza em alguns pontos, pois não houve oportunidade de observar diretamente o desenvolvimento dos jogadores com o jogo, como ocorreu na experiência presencial do primeiro estudo de caso. No entanto, com a expansão do conteúdo do jogo, foi possível notar novas qualidades e correções de problemas anteriores, como também novos desafios para a sua qualidade. De forma geral, o jogo apresentou um resultado parecido com o da aplicação anterior em relação ao valor gerado pelo MEEGA+, apresentando um α igual a 43,157. Esse novamente nos permite concluir que, mesmo que o resultado esteja no intervalo que aponta um bom resultado, alguns fatores influenciaram negativamente a experiência do jogador. Os resultados da aplicação são apresentados nas Tabelas 4.5 e 4.6.

Tabela 4.5: Respostas dos alunos para cada afirmação de usabilidade do questionário na segunda aplicação.

Afirmação	DT	DP	I	CP	CT
A1: O design do jogo é atraente (interfaces, gráficos, etc.).	0	2	2	13	3
A2: Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.	0	0	4	10	6
A3: Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo.	0	0	2	8	10
A4: Aprender a jogar esse jogo foi fácil para mim.	0	0	1	5	14
A5: Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.	0	0	3	9	8
A6: Eu considero que o jogo é fácil de jogar.	0	0	1	6	13
A7: As regras do jogo são claras e compreensíveis.	0	1	2	6	11
A8: As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.	0	2	1	6	11
A9: As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.	0	0	2	6	12

Por conseguinte, é importante analisar os aspectos de usabilidade, que no estudo de caso anterior destacaram certos desafios para os jogadores menos familiarizados com ambientes de jogos. Para abordar essa questão, foram incorporados pequenos tutoriais ao

Tabela 4.6: Respostas dos alunos para cada afirmação de experiência do jogador do questionário na segunda aplicação.

Afirmação	DT	DP	I	CP	CT
A10: A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo.	1	4	9	4	2
A11: Este jogo é adequadamente desafiador para mim.	4	8	4	3	1
A12: O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.	4	8	5	2	1
A13: O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou tarefas chatas).	6	7	5	2	0
A14: Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.	1	3	5	8	3
A15: É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo.	1	2	5	9	3
A16: Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo.	1	1	8	5	5
A17: Eu recomendaria este jogo para os meus colegas.	1	4	6	6	3
A18: Eu pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	12	2	2	0	4
A19: O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores.	15	2	1	0	2
A20: Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.	10	1	5	1	3
A21: Eu me diverti com o jogo.	0	2	10	3	5
A22: Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição, etc.) que me fez sorrir.	3	1	6	7	3
A23: Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	1	2	6	5	6
A24: Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.	3	7	5	5	0
A25: Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.	4	5	6	5	0
A26: O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	1	0	5	8	6
A27: É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina.	0	1	1	4	14
A28: O jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina.	2	1	2	9	6
A29: Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino).	3	2	7	5	3
A30: O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	1	1	5	7	6
A31: O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	3	3	6	5	3
A32: O jogo contribuiu para reforçar os conceitos da disciplina vistos em sala.	1	0	5	9	5

longo da experiência, buscando orientar o jogador sutilmente sobre o que é esperado em cada cena do jogo. Além da semana introdutória inicial, foram implementados elementos de interface de usuário que desaparecem após o entendimento de sua função, visando melhorar a orientação do jogador. Por fim, no menu, foram incluídas opções de resolução para atender melhor às preferências individuais de cada jogador.

Dessa forma, observou-se que as questões de usabilidade continuam positivas, com resultados geralmente indiferentes ou em concordância em quase todas as áreas avaliadas. No entanto, houve observações negativas em relação à clareza das regras do jogo

e ao tamanho das fontes, nas quais dois participantes e um participante discordaram, respectivamente. Por fim, mesmo com os problemas mencionados acima, ainda se pode concluir que a usabilidade permanece como um ponto forte do jogo, com apenas alguns casos que podem ser analisados para aprimorar ainda mais esse aspecto.

Na análise da experiência do jogador, inicialmente observou-se que as atividades do jogo exibiam um padrão de repetição que não contribuía positivamente para o seu entretenimento na primeira aplicação. Diante dessa constatação, foram introduzidos elementos como a loja e a narrativa na tentativa de mitigar essa questão para a segunda aplicação. Contudo, mesmo com a inclusão desses elementos, percebeu-se que a segmentação dos cenários de história visual e *quiz* ainda conferia uma sensação de monotonia ao jogo, demonstrando que tais adições não foram suficientes para superar esse desafio. Estes dados estão representados na Figura 4.10.

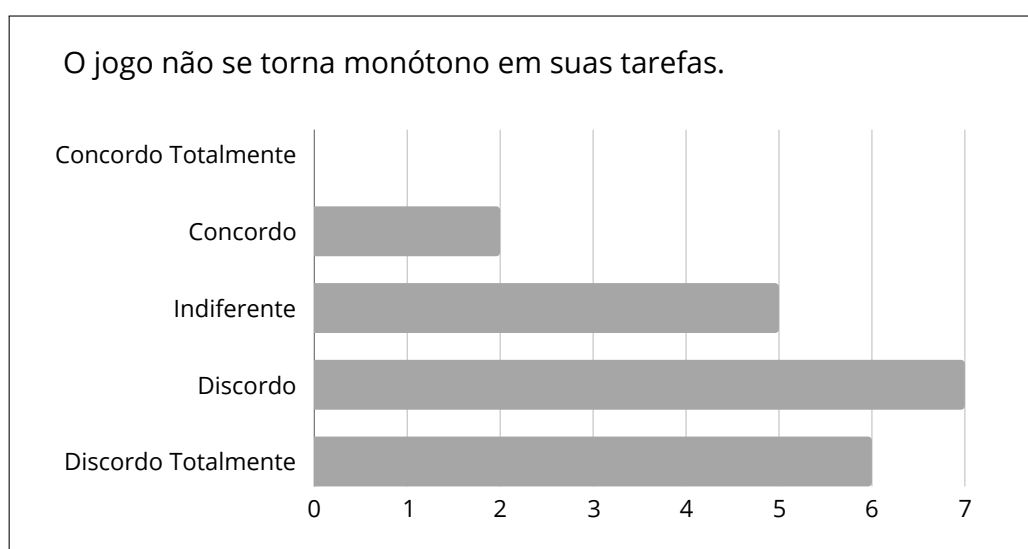


Figura 4.10: Resultado da afirmativa “O jogo não se torna monótono em suas tarefas” na segunda aplicação.

Essa constatação sobre a monotonia, por sua vez, teve um impacto direto no nível de diversão proporcionado pelo jogo. Embora a maioria dos jogadores tenha se divertido, representando 40% que concordaram com a afirmação de que se divertiram, uma minoria significativa, 10%, discordou. Além disso, 50% dos jogadores foram indiferentes quanto à diversão do jogo. Portanto, é possível concluir que, embora a inclusão dos novos elementos de jogo não tenha afetado negativamente a diversão, a sensação de monotonia ainda afetou alguns jogadores. Esses dados sugerem que, apesar das melhorias, ainda há espaço para

otimizar a experiência de diversão no jogo. Os resultados relacionados à diversão com o jogo estão apresentados na Figura 4.11.

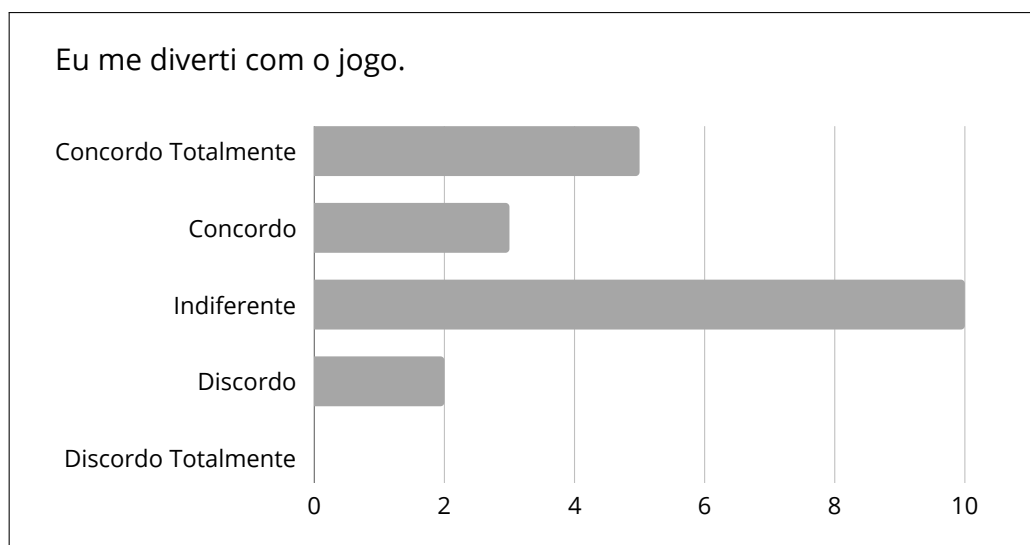


Figura 4.11: Resultado da afirmativa "Eu me diverti com o jogo" na segunda aplicação.

No mais, alguns alunos destacaram que conseguiram avançar no jogo principalmente através de seus próprios conhecimentos, o que sugere que o jogo é eficaz em reforçar o conteúdo já aprendido. Esse aspecto foi buscado por meio das alterações realizadas nas perguntas, as quais foram ajustadas para melhor se alinharem com a disciplina. Este achado é evidenciado na Figura 4.12, onde 10% dos participantes discordaram da afirmação, enquanto 40% concordaram e os demais demonstraram indiferença.

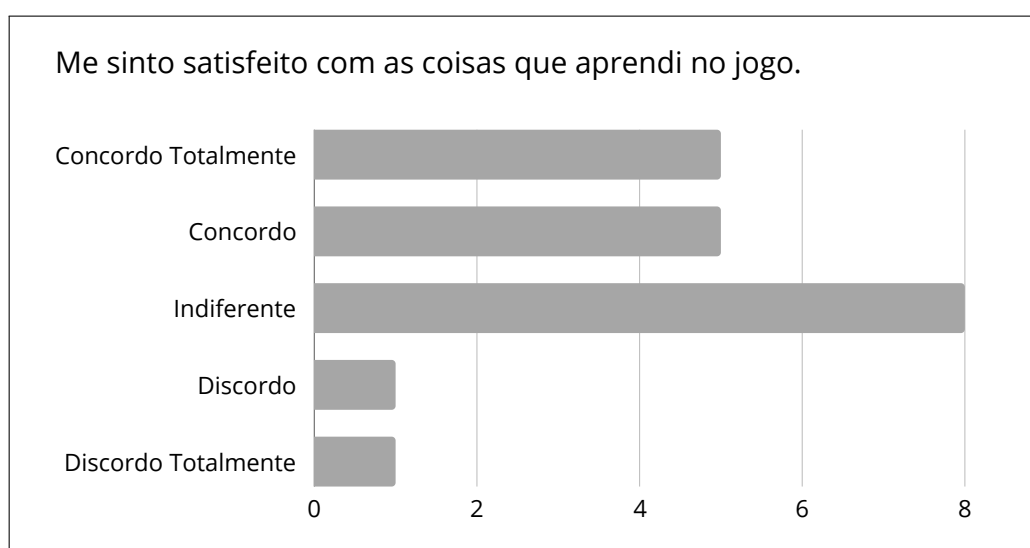


Figura 4.12: Resultado da afirmativa "Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo" na segunda aplicação.

No entanto, observou-se que as alterações realizadas nas perguntas resultaram em

uma diminuição da dificuldade percebida no jogo. Isso sugere que o jogo ainda precisa de ajustes para oferecer desafios que incentivem os jogadores a aplicarem seus conhecimentos de novas maneiras. Este resultado pode ser observado na Figura 4.13 a seguir.

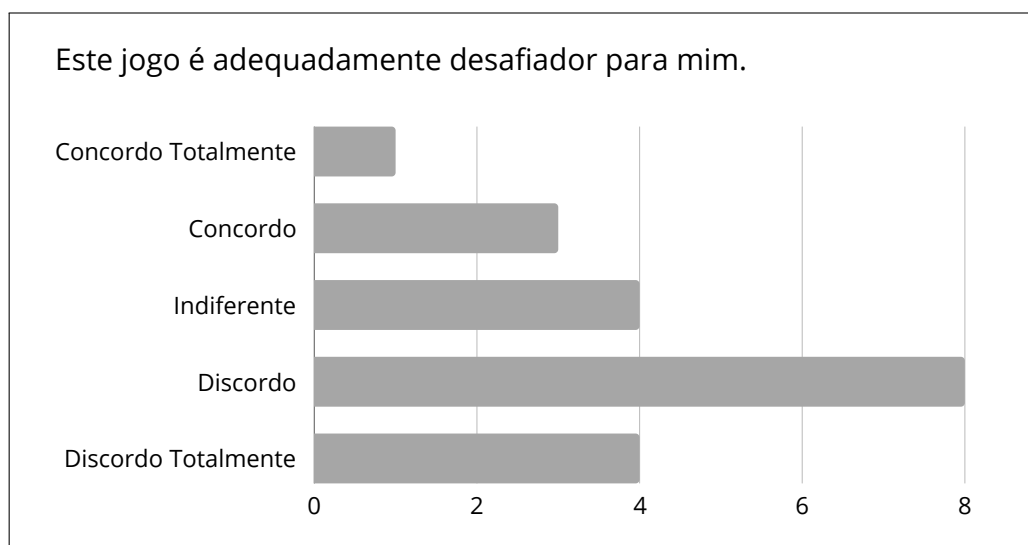


Figura 4.13: Resultado da afirmativa “Este jogo é adequadamente desafiador para mim.” na segunda aplicação.

Além disso, é importante considerar o impacto dos elementos lúdicos na satisfação do jogador, um aspecto que foi significativamente modificado nesta versão com a inclusão dos elementos mencionados anteriormente. Como resultado, muitos jogadores expressaram indiferença quando questionados sobre o nível de diversão no jogo, com poucos apresentando opiniões extremas. Esse resultado pode ser atribuído a dois fatores: o perfil do público-alvo e as mudanças implementadas nesta nova versão. Primeiramente, foi buscado com a expansão do jogo sanar a monotonia das atividades do jogo, porém essa característica se manteve presente na segunda aplicação. Ademais, é importante ressaltar que, como mencionado anteriormente, o jogo não apresentou um nível significativo de desafio para os jogadores, o que pode ter contribuído para o desinteresse nas atividades propostas para auxiliar o ensino.

Nos comentários finais, foi notado um certo padrão nas respostas. Os participantes destacaram gostar bastante das artes e músicas utilizadas para complementar o jogo, porém destacaram que, junto aos elementos lúdicos, gostariam de mais elementos sérios.

4.5 Análise Comparativa

Visando que este trabalho abrange tanto a avaliação de um jogo sério para o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software quanto um mapeamento sistemático desse contexto, é importante avaliar como o jogo sério GamES se compara com as publicações encontradas no mapeamento.

Primeiro, ao analisar o contexto da disciplina de Engenharia de Software no qual os jogos sérios têm sido aplicados, é possível concluir que a maioria dos tópicos, como processo de software e gerência de projetos, é abordada pelo GamES. No entanto, é importante destacar que o foco do GamES é a Engenharia de Software na totalidade, o que significa que o jogo aborda, mas não se aprofunda em contextos específicos, como alguns dos outros jogos sérios identificados no mapeamento.

Avaliando como o jogo sério foi introduzido, o GamES foi inicialmente aplicado de maneira semelhante à maioria dos outros estudos, com uma sessão dedicada à aplicação do jogo sério. No entanto, no segundo estudo de caso, o jogo foi utilizado de maneira diferente, semelhante a um dos casos encontrados no mapeamento, sendo introduzido como uma ferramenta de estudo para a disciplina.

Além disso, dos cinco elementos em destaque, solução de problemas, *feedback*, *role-play*, objetivos e manutenção de recursos, apenas o elemento de manutenção de recursos não foi utilizado no GamES. Solução de problemas, *feedback* e objetivos atuam de maneira conjunta na maioria dos jogos sérios, normalmente contribuindo para o aspecto “sério” do jogo. Já o elemento de *role-play* é empregado para criar um cenário no qual o jogador assume o papel de líder de software ou de um profissional atuando no contexto de Engenharia de Software.

Por fim, ambos os estudos de caso realizados para avaliar o impacto do GamES trouxeram resultados positivos. No entanto, um aspecto que se destacou foi o método de avaliação adotado, usado por poucos dos trabalhos identificados no mapeamento, que apontou certos fatores que podem ter influenciado negativamente a aplicação do jogo, o que também foi identificado por uma das publicações que utilizou uma metodologia similar para avaliar o jogo sério.

4.6 Ameaças à Validade

No desenvolvimento do jogo sério e nos estudos de caso, foram tomadas medidas para mitigar potenciais ameaças que poderiam comprometer a validade dos resultados. No entanto, não se pode garantir completamente que essas ameaças, entre outras, não tenham impactado os resultados.

Quanto à **validade interna**, pelo fato do estudo de caso ter sido realizado junto à disciplina de Engenharia de Software, alguns estudantes podem se sentir obrigados a se engajar, enquanto outros podem realmente estar interessados, gerando uma variação nos níveis de envolvimento que pode afetar a validade dos resultados obtidos.

Analisando a **validade externa**, em vista que nem todos os estudantes possuem contato com a cultura de jogos e, mais especificamente, jogos do gênero romance visual, a receptividade e o engajamento com o jogo sério podem variar significativamente. Essa diferença de experiência prévia pode fazer com que alguns alunos se sintam menos à vontade ou motivados a participar, afetando o nível de envolvimento e, consequentemente, a validade dos resultados obtidos no estudo.

Por fim, avaliando a **validade de construção**, o conteúdo foi adaptado a partir da disciplina de Engenharia de Software, e sua construção foi pautada pela coerência com princípios pedagógicos e na utilização de mecânicas de jogo que têm potencial para reforçar o aprendizado. O uso de quiz e narrativa integrados a temas como a crise de software proporciona uma experiência imersiva que conecta teoria e prática. A organização temática das semanas, o feedback imediato e as mecânicas de recompensas e satisfação da empresa mantêm o engajamento, favorecendo o aprendizado progressivo. Ainda assim, é possível que ajustes e melhorias sejam necessários para garantir a eficácia completa da experiência educacional.

4.7 Considerações Finais

Durante as duas aplicações realizadas, diversos aspectos foram observados, porém, um se destacou de maneira evidente: as questões lúdicas. Em ambos os estudos de caso, a usabilidade e a qualidade da apresentação do jogo foram ressaltadas como pontos fortes

do jogo sério, contribuindo significativamente para o resultado fornecido pela fórmula do MEEGA+.

No entanto, no que diz respeito às questões utilizadas no *quiz* para auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, mesmo que alguns participantes tenham afirmado que só conseguiram progredir no jogo devido aos seus conhecimentos, as modificações feitas nas perguntas acabaram facilitando a jogabilidade. No mais, é notável que, mesmo com a expansão do jogo, o problema de monotonia ainda persiste.

Em suma, essas duas aplicações proporcionaram diferentes opiniões válidas para futuras iterações do jogo, evidenciando que o jogo sério em questão possui uma boa qualidade, mas ainda possui um grande potencial a ser explorado.

5 Conclusões

Este trabalho apresentou uma proposta de aplicação de um jogo sério em duas turmas da disciplina de Engenharia de Software em períodos diferentes e um mapeamento sistemático da literatura, visando responder às questões de pesquisa mencionadas na Seção 1.3. Com isso, buscou-se compreender como os jogos sérios são utilizados no contexto de ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, além de contribuir para o desenvolvimento dessa metodologia a partir de uma aplicação prática.

Para entender o estado da literatura, o mapeamento sistemático foi conduzido para analisar como os jogos sérios têm sido utilizados para apoiar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, investigando tanto o impacto evidencial quanto como esses resultados foram obtidos. De maneira geral, foi possível concluir que os jogos sérios têm apresentado resultados positivos geralmente, com apenas uma publicação reportando resultados negativos (WU et al., 2009). No entanto, um estudo apontou uma certa lacuna na pesquisa: o estudo de von Wangenheim et al. (2009) destaca que, apesar de os estudantes concordarem com a eficácia do método, a metodologia utilizada na avaliação não validou essas afirmações. Essa lacuna é evidente ao analisar o método usado para avaliar a aplicação dos jogos, que revela que a maioria dos autores desenvolveu questionários próprios. Mesmo com esses resultados, é notável que novas metodologias de avaliação estão cada vez mais presentes nas pesquisas. Além disso, observa-se um padrão no desenvolvimento de jogos sérios nesta área de ensino, com elementos como solução de problemas, *feedback*, *role-play*, objetivos e manutenção de recursos se destacando nas publicações.

Por conseguinte, ao discutir a proposta de um jogo sério para auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, optou-se pela utilização da metodologia ME-EGA+ (PETRI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2019), tendo como base os resultados do mapeamento sistemático. Essa metodologia inclui um questionário que visa abranger todas as características de um jogo e o impacto de sua aplicação. Essa diversidade de questões facilita o reconhecimento dos pontos fortes e fracos do jogo sério. No entanto, essa abrangência pode também resultar em avaliações negativas se o jogo não incluir algum

elemento analisado pelo método. Mesmo com essa limitação, o questionário proporcionou um número considerável de respostas que foram úteis para a análise e o aperfeiçoamento do jogo sério.

A partir dos resultados das duas aplicações, foi possível concluir que o jogo sério atua como uma boa ferramenta de engajamento e aprendizado; contudo, não sem apresentar alguns desafios. Enquanto as perguntas do *quiz* estabeleciam uma conexão direta com a disciplina, facilitando a compreensão e o aprendizado do conteúdo, a escolha de utilizar esse elemento revelou uma certa lacuna no projeto. Muitos participantes consideraram o ciclo de questões monótono, especialmente com a expansão do jogo na segunda aplicação. No entanto, a apresentação do jogo foi consistentemente elogiada em ambas as aplicações, sendo vista como um bom elemento de engajamento. A narrativa, por outro lado, teve uma recepção mista: na primeira aplicação, despertou o interesse dos alunos em saber sua continuação, mas foi menos mencionada na segunda. Por fim, o valor de α retornado pelo método de avaliação MEEGA+ indica que, em ambas as aplicações, o jogo possui uma boa qualidade, embora existam pontos que ainda podem ser aprimorados.

No mais, este trabalho resultou em dois artigos aprovados para publicação (FURTADO et al., no prelo 2024b; FURTADO et al., no prelo 2024a). Sendo a parte do mapeamento sistemático da literatura aprovado para o Simpósio Brasileiro de Informática e Educação (SBIE) e o jogo sério em questão para o *workshop* MAGICA do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames).

Como trabalhos futuros, pretende-se utilizar o feedback dos discentes para avaliar os elementos do jogo e propor melhorias. O objetivo é aumentar o engajamento dos alunos durante a experiência e reforçar o aprendizado proporcionado pelo jogo, disponibilizando-o como uma ferramenta eficaz para auxiliar o ensino-aprendizagem de Engenharia de Software.

Além disso, no contexto do mapeamento sistemático, trabalhos futuros podem investigar o progresso dos jogos sérios no ensino-aprendizagem de Engenharia de Software, bem como a evolução desses jogos diante das avaliações realizadas pelos estudos que os utilizaram. É necessário identificar quais métodos de avaliação seriam mais apropriados para os diferentes tipos de jogos apresentados na questão **QP3**, considerando que nem

todos compartilham os mesmos elementos e que esses podem influenciar os resultados conforme o método de avaliação utilizado. Além disso, é importante explorar quais elementos de jogo foram utilizados no desenvolvimento de jogos sérios nesse contexto, pois, embora alguns elementos sejam amplamente utilizados na área, outros, ainda pouco explorados, podem trazer novos resultados quanto à metodologia.

Bibliografia

ANASTASIADIS, T.; LAMPROPOULOS, G.; SIAKAS, K. Digital game-based learning and serious games in education. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, v. 4, n. 12, p. 139–144, 2018.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. [S.l.]: Addison Wesley Longman, Inc., 2001.

ATAL, R.; SUREKA, A. Anukarna: A software engineering simulation game for teaching practical decision making in peer code review. In: *QuASoQ/WAWSE/CMCE@ APSEC*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 63–70.

AYDAN, U.; YILMAZ, M.; CLARKE, P. M.; O'CONNOR, R. V. Teaching iso/iec 12207 software lifecycle processes: a serious game approach. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 54, p. 129–138, 2017.

BECK, K.; BEEDLE, M.; BENNEKUM, A. V.; COCKBURN, A.; CUNNINGHAM, W.; FOWLER, M.; GRENNING, J.; HIGHSMITH, J.; HUNT, A.; JEFFRIES, R. et al. Manifesto for agile software development. Snowbird, UT, 2001.

BENITTI, F. B. V.; MOLLÉRI, J. S. Utilização de um rpg no ensino de gerenciamento e processo de desenvolvimento de software. In: *WEI-Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 258–267.

CALDERÓN, A.; RUIZ, M.; O'CONNOR, R. V. A multivocal literature review on serious games for software process standards education. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 57, p. 36–48, 2018.

CALDERÓN, A.; RUIZ, M.; O'CONNOR, R. V. A serious game to support the iso 21500 standard education in the context of software project management. *Computer standards & interfaces*, Elsevier, v. 60, p. 80–92, 2018.

CARRINGTON, D.; BAKER, A.; HOEK, A. van der. It's all in the game: Teaching software process concepts. In: IEEE. *Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference*. [S.l.], 2005. p. F4G–F4G.

CARVALHO, L.; SANTOS, A.; NAKAMURA, F.; OLIVEIRA, E. Detecção precoce de evasão em cursos de graduação presencial em computação: um estudo preliminar. In: SBC. *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.], 2019. p. 233–243.

CAULFIELD, C.; VEAL, D.; MAJ, S. Teaching software engineering project management-a novel approach for software engineering programs. 2011.

CHAVES, R. O.; WANGENHEIM, C. G. von; FURTADO, J. C. C.; OLIVEIRA, S. R. B.; SANTOS, A.; FAVERO, E. L. Experimental evaluation of a serious game for teaching software process modeling. *ieee Transactions on Education*, IEEE, v. 58, n. 4, p. 289–296, 2015.

- CHENG, C.-H.; SU, C.-H. A game-based learning system for improving student's learning effectiveness in system analysis course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, v. 31, p. 669–675, 2012.
- CHUA, A. Y. K.; BALKUNJE, R. S. An exploratory study of game-based m-learning for software project management. 2012.
- COLLOFELLO, J. S. University/industry collaboration in developing a simulation-based software project management training course. *IEEE Transactions on Education*, IEEE, v. 43, n. 4, p. 389–393, 2000.
- CONNOLLY, T. M.; BOYLE, E. A.; MACARTHUR, E.; HAINEY, T.; BOYLE, J. M. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & education*, Elsevier, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012.
- DANTAS, A. R.; BARROS, M. de O.; WERNER, C. M. L. A simulation-based game for project management experiential learning. In: *SEKE*. [S.l.: s.n.], 2004. v. 19, n. 24.
- DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 9–15.
- FERNANDES, J. M.; SOUSA, S. M. Playscrum-a card game to learn the scrum agile method. In: IEEE. *2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*. [S.l.], 2010. p. 52–59.
- FIGUEIREDO, K.; FERREIRA, J.; MURTA, L.; CLUA, E. Jogo de estratégia de gerência de configuração. *III Fórum de Educação em Engenharia de Software*, p. 1–8, 2010.
- FLORES, N.; PAIVA, A. C.; CRUZ, N. Teaching software engineering topics through pedagogical game design patterns: An empirical study. *Information*, MDPI, v. 11, n. 3, p. 153, 2020.
- FURTADO, F. B.; OLIVEIRA, A.; VALLE, P. H. D.; RENHE, M. C.; MIRANDA, A. C. L. Games: Promovendo a educação em engenharia de software através de jogos sérios. *SBGames*, no prelo 2024.
- FURTADO, F. B.; OLIVEIRA, A.; VALLE, P. H. D.; RENHE, M. C. Jogos sérios aplicados ao ensino-aprendizagem de engenharia de software: Um mapeamento sistemático. *SBIE*, no prelo 2024.
- FURTADO, L. S.; SOUZA, R. F. de; LIMA, J. L. d. R.; OLIVEIRA, S. R. B. Teaching method for software measurement process based on gamification or serious games: a systematic review of the literature. *International Journal of Computer Games Technology*, Hindawi Limited, v. 2021, p. 1–35, 2021.
- GARCIA, I.; PACHECO, C.; LEÓN, A.; CALVO-MANZANO, J. A. Experiences of using a game for improving learning in software requirements elicitation. *Computer Applications in Engineering Education*, Wiley Online Library, v. 27, n. 1, p. 249–265, 2019.
- GARCÍA, I.; PACHECO, C.; LEÓN, A.; CALVO-MANZANO, J. A. A serious game for teaching the fundamentals of iso/iec/ieee 29148 systems and software engineering–lifecycle processes–requirements engineering at undergraduate level. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 67, p. 103377, 2020.

- HAINES, T.; CONNOLLY, T. M.; STANSFIELD, M.; BOYLE, E. A. Evaluation of a game to teach requirements collection and analysis in software engineering at tertiary education level. *Computers & Education*, Elsevier, v. 56, n. 1, p. 21–35, 2011.
- HEIKKILÄ, V. T.; PAASIVAARA, M.; LASSENIUS, C. Teaching university students kanban with a collaborative board game. In: *Proceedings of the 38th international conference on software engineering companion*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 471–480.
- HOED, R. M. Análise da evasão em cursos superiores: o caso da evasão em cursos superiores da área de computação. 2016.
- HUANG, S.-T.; LIN, W.-H.; HSU, M.-C. Embracing business context in pedagogical simulation games—a case with process disciplined project management. In: IEEE. *2008 21st IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training Workshop*. [S.l.], 2008. p. 9–12.
- JARAMILLO, C. M. Z. Teaching software development by means of a classroom game: The software development game. In: *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*. [S.l.: s.n.], 2009. v. 36.
- KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.
- KIRKPATRICK, J. D.; KIRKPATRICK, W. K. *Kirkpatrick's four levels of training evaluation*. [S.l.]: Association for Talent Development, 2016.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, Citeseer, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.
- KOHWALTER, T. C.; CLUA, E. W.; MURTA, L. G. Sdm-an educational game for software engineering. In: IEEE. *2011 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*. [S.l.], 2011. p. 222–231.
- KOSA, M.; YILMAZ, M.; O'CONNOR, R.; CLARKE, P. Software engineering education and games: a systematic literature review. *Journal of Universal Computer Science*, Technische Universitaet Graz* Institut fuer Informationssysteme und Computer ..., v. 22, n. 12, p. 1558–1574, 2016.
- LAAMARTI, F.; EID, M.; SADDIK, A. E. An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, Hindawi, v. 2014, 2014.
- LETRA, P.; PAIVA, A. C. R.; FLORES, N. Game design techniques for software engineering management education. In: IEEE. *2015 IEEE 18th International Conference on Computational Science and Engineering*. [S.l.], 2015. p. 192–199.
- LIMA, T.; CAMPOS, B.; SANTOS, R.; WERNER, C. Ubire: A game for teaching requirements in the context of ubiquitous systems. In: IEEE. *2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI)*. [S.l.], 2012. p. 1–10.
- MARATOU, V.; CHATZIDAKI, E.; XENOS, M. Enhance learning on software project management through a role-play game in a virtual world. *Interactive Learning Environments*, Taylor & Francis, v. 24, n. 4, p. 897–915, 2016.
- MARÍN, B.; VERA, M.; GIACHETTI, G. An adventure serious game for teaching effort estimation in software engineering. In: *IWSM-Mensura*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 71–86.

- MARQUES, M. R.; QUISPE, A.; OCHOA, S. F. A systematic mapping study on practical approaches to teaching software engineering. In: IEEE. *2014 IEEE Frontiers in education conference (FIE) proceedings*. [S.l.], 2014. p. 1–8.
- MAURÍCIO, R. d. A.; VEADO, L.; MOREIRA, R. T.; FIGUEIREDO, E.; COSTA, H. A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education. *Information and software technology*, Elsevier, v. 95, p. 201–218, 2018.
- MENDES, J.; COSTA, Y.; FRAZÃO, K.; SANTOS, R.; SANTOS, D.; RIVERO, L. Identificação das expectativas e dificuldades de alunos de graduação no ensino de engenharia de software. In: SBC. *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.], 2019. p. 334–347.
- MONSALVE, E. S.; TORO, M.; MAZO, R.; VELASQUEZ, D.; VALLEJO, P.; CARDONA, J. F.; RINCÓN, R.; WERNECK, V. M.; LEITE, J. C. S. d. P. Simules-w: A collaborative game to improve software engineering teaching. *Computación y Sistemas*, Centro de Investigación en Computación, IPN, v. 22, n. 3, p. 953–983, 2018.
- MOURA, V.; SANTOS, G. Procsoft: A board game to teach software processes based on iso/iec 29110 standard. In: *Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Software Quality*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 363–372.
- MOURÃO, E.; PIMENTEL, J. F.; MURTA, L.; KALINOWSKI, M.; MENDES, E.; WOHLIN, C. On the performance of hybrid search strategies for systematic literature reviews in software engineering. *Information and software technology*, Elsevier, v. 123, p. 106294, 2020.
- NAVARRO, E.; HOEK, A. V. D. Multi-site evaluation of simse. In: *Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 326–330.
- NERBRÅTEN, Ø.; RØSTAD, L. Hacmegame: A tool for teaching software security. In: IEEE. *2009 International Conference on Availability, Reliability and Security*. [S.l.], 2009. p. 811–816.
- PAASIVAARA, M.; HEIKKILÄ, V.; LASSENIUS, C.; TOIVOLA, T. Teaching students scrum using lego blocks. In: *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 382–391.
- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von. How games for computing education are evaluated? a systematic literature review. *Computers & education*, Elsevier, v. 107, p. 68–90, 2017.
- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. Meega+: an evolution of a model for the evaluation of educational games. *INCoD/GQS*, v. 3, p. 1–40, 2016.
- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 27, n. 03, p. 52–81, 2019.
- PÖTTER, H.; SCHOTS, M.; DUBOC, L.; WERNECK, V. Inspectorx: A game for software inspection training and learning. In: IEEE. *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*. [S.l.], 2014. p. 55–64.

- RIBEIRO, T. P.; PAIVA, A. C. ilearntest: Educational game for learning software testing. In: IEEE. *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. [S.l.], 2015. p. 1–6.
- RODRIGUES, P.; SOUZA, M.; FIGUEIREDO, E. Games and gamification in software engineering education: A survey with educators. In: IEEE. *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.], 2018. p. 1–9.
- RUSU, A.; RUSSELL, R.; COCCO, R. Simulating the software engineering interview process using a decision-based serious computer game. In: IEEE. *2011 16th International Conference on Computer Games (CGAMES)*. [S.l.], 2011. p. 235–239.
- SACCARO, A.; FRANÇA, M. T. A.; JACINTO, P. d. A. Fatores associados à evasão no ensino superior brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de ciência, matemática e computação e de engenharia, produção e construção em instituições públicas e privadas. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 49, p. 337–373, 2019.
- SANCHEZ-GORDÓN, M.-L.; O’CONNOR, R. V.; COLOMO-PALACIOS, R.; HERRANZ, E. Bridging the gap between spi and smes in educational settings: a learning tool supporting iso/iec 29110. In: SPRINGER. *Systems, Software and Services Process Improvement: 23rd European Conference, EuroSPI 2016, Graz, Austria, September 14-16, 2016, Proceedings 23*. [S.l.], 2016. p. 3–14.
- SANTOS, S. H. N.; COSTA, Y. d. J. S.; SANTOS, D. V. dos; FILHO, A. O. B.; JUNIOR, J. B. B.; CABREJOS, L. J. E. R. Identificando jogos sérios para o ensino de engenharia de software no brasil através de um mapeamento sistemático. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e329973702–e329973702, 2020.
- SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. A model for the evaluation of educational games for teaching software engineering. In: IEEE. *2011 25Th brazilian symposium on software engineering*. [S.l.], 2011. p. 194–203.
- SHAW, K.; DERMOUDY, J. Engendering an empathy for software engineering. In: CITESEER. *Proceedings of the 7th Australasian conference on Computing education-Volume 42*. [S.l.], 2005. p. 135–144.
- SMITH, R.; GOTEL, O. Gameplay to introduce and reinforce requirements engineering practices. In: IEEE. *2008 16th IEEE International Requirements Engineering Conference*. [S.l.], 2008. p. 95–104.
- SOLINGEN, R. van; DULLEMOND, K.; GAMEREN, B. van. Evaluating the effectiveness of board game usage to teach gse dynamics. In: IEEE. *2011 IEEE Sixth International Conference on Global Software Engineering*. [S.l.], 2011. p. 166–175.
- SOMMERVILLE, I. Software engineering 9th edition. In: *ISBN-10137035152*. [S.l.]: ISBN0, 2011.
- SONCHAN, P.; RAMINGWONG, S. Armi 2.0: An online risk management simulation. In: IEEE. *2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*. [S.l.], 2015. p. 1–5.
- SRINIVASAN, J.; LUNDQVIST, K. A constructivist approach to teaching software processes. In: IEEE. *29th International Conference on Software Engineering (ICSE’07)*. [S.l.], 2007. p. 664–672.

- SUSI, T.; JOHANNESSON, M.; BACKLUND, P. Serious games: An overview. Institutionen för kommunikation och information, 2007.
- TILLMANN, N.; HALLEUX, J. D.; XIE, T.; GULWANI, S.; BISHOP, J. Teaching and learning programming and software engineering via interactive gaming. In: IEEE. *2013 35th International Conference on Software Engineering (ICSE)*. [S.l.], 2013. p. 1117–1126.
- VARGAS, J. A.; GARCÍA-MUNDO, L.; GENERO, M.; PIATTINI, M. A systematic mapping study on serious game quality. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–10.
- VIZCAÍNO, A.; GARCÍA, F.; GUZMÁN, I. G. R. D.; MORAGA, M. Á. Evaluating gsd-aware: A serious game for discovering global software development challenges. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, ACM New York, NY, USA, v. 19, n. 2, p. 1–23, 2019.
- WANGENHEIM, C. G. V.; SAVI, R.; BORGATTO, A. F. Scrumia—an educational game for teaching scrum in computing courses. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 86, n. 10, p. 2675–2687, 2013.
- WANGENHEIM, C. G. von; SAVI, R.; BORGATTO, A. F. Deliver!—an educational game for teaching earned value management in computing courses. *Information and software Technology*, Elsevier, v. 54, n. 3, p. 286–298, 2012.
- WANGENHEIM, C. Gresse von; THIRY, M.; KOCHANSKI, D. Empirical evaluation of an educational game on software measurement. *Empirical Software Engineering*, Springer, v. 14, n. 4, p. 418–452, 2009.
- WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HÖST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. *Experimentation in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012.
- WU, Y. W.; HSU, S. H.; LI, S. L.; WU, W. H.; HUANG, Y. M. Digital game as a learning approach to enhance practice lesson in software engineering course. In: *17th International Conference on Computers in Education, ICCE 2009*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 643–650.
- YE, E.; LIU, C.; POLACK-WAHL, J. A. Enhancing software engineering education using teaching aids in 3-d online virtual worlds. In: IEEE. *2007 37th Annual Frontiers In Education Conference-Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*. [S.l.], 2007. p. T1E–8.
- ZHONGGEN, Y. A meta-analysis of use of serious games in education over a decade. *International Journal of Computer Games Technology*, Hindawi, v. 2019, 2019.
- ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, IEEE, v. 38, n. 9, p. 25–32, 2005.