

Em direção de Práticas de Elicitação de Requisitos com um jogo em um ambiente de Realidade Virtual usando o próprio dispositivo móvel

Adilson Vahldick¹, Luis Felipe Kuster¹, Ana Fábila Coelho dos Santos¹, Gustavo Vargas de Andrade¹, João Marcus Cardoso¹, Marília Guterres Ferreira¹, Pablo Schoeffel¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI)

{adilson.vahldick, marilia.gf, pablo.schoeffel}@udesc.br,
{afcoelho44, luis.felipe.kuster17, gupontoandrade00,
joaomarcuscardoso26}@gmail.com

Abstract. *Requirements engineering is a fundamental discipline for the development of quality software. However, despite students understanding the theoretical concepts behind this area of requirements engineering, they lack real-life experiences of conducting interviews and exploring business environments with potential clients. Inspired by this opportunity, a game with virtual reality was developed to be used on Android smartphones. The objective of the game is to allow students to practice requirement elicitation in a playful, interactive, and immersive manner. The game was tested by 21 students organized into two classes (Software Requirements - 3rd Phase and Software Engineering Fundamentals - 1st Phase) of a Bachelor's degree program in Software Engineering, and consequently in two approximately 20-minute gaming sessions. All students from the 3rd Phase completed the game, on average, with 75% of the requirements identified. To evaluate immersion, a Presence Questionnaire was used to assess comfort in investigating the virtual environment, and the presence feelings were identical in both classes.*

Resumo. *A engenharia de requisitos é uma disciplina fundamental para o desenvolvimento de software de qualidade. No entanto, apesar dos alunos compreenderem os conceitos teóricos por trás dessa área da engenharia de requisitos, falta-lhes as vivências reais de entrevistas e exploração de ambientes de negócios de possíveis clientes. Inspirado nessa oportunidade, foi desenvolvido um jogo com realidade virtual para dispositivos móveis com Android. O objetivo do jogo é permitir que os alunos pratiquem a elicitação de requisitos de forma lúdica, interativa e imersiva. O jogo foi testado por 21 alunos organizados em duas turmas (Requisitos de Software-3ª Fase e Fundamentos de Engenharia de Software-1ª Fase) de um curso de Bacharelado em Engenharia de Software, e por consequência em duas sessões de aproximadamente 20 minutos de jogo. Todos os alunos da 3ª Fase terminaram o jogo, em média, com 75% dos requisitos identificados. Para avaliar a imersão foi usado um Questionário de Presença resultando em conforto para investigar o ambiente virtual, e os sentimentos de presença foram idênticos em ambas as turmas.*

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é apresentar um jogo, batizado como Back to The Promotion, que, por meio da prática, aprimora as habilidades necessárias para a elicitação de requisitos através

de entrevistas guiadas com *stakeholders*. O jogo é desenvolvido com Realidade Virtual (RV) para possibilitar que o estudante mergulhe no ambiente de negócios, utilizando a tecnologia Google Cardboard, que permite que eles usem o jogo em seus próprios dispositivos móveis. As próximas duas seções contextualizam o problema e justificam a investigação desse jogo.

1.1. Engenharia de requisitos e seu ensino nas universidades

Os requisitos podem ser definidos como as necessidades, demandas e expectativas específicas que um sistema, produto ou serviço deve atender [Sommerville 2016]. Eles são a base para o desenvolvimento e a entrega de uma solução que atenda aos objetivos e às exigências dos usuários e das partes interessadas envolvidas. Os requisitos podem ser classificados em diferentes tipos, como os requisitos funcionais (RF) que descrevem as funcionalidades e as ações específicas que o software deve realizar, requisitos não-funcionais (RNF) que são relacionados a atributos de qualidade do sistema, como desempenho, segurança, usabilidade, escalabilidade, confiabilidade e compatibilidade, e regras de negócio (RN) que restringem ou especificam detalhes dos RF; além de outros tipos [Sommerville 2016].

A fase de Engenharia de Requisitos (ER) é um dos primeiros passos no processo de desenvolvimento de software. Durante essa fase, os profissionais se empenham em coletar o máximo de informações possíveis do ambiente-alvo [Sommerville 2016]. No entanto, essa tarefa requer não apenas competências técnicas, mas também habilidades interpessoais para se comunicar efetivamente com os participantes do processo. A ER é uma fase multidisciplinar que coloca as pessoas no centro do processo. Portanto, a comunicação desempenha um papel vital. As informações necessárias não estão centralizadas em um único local, facilitando sua leitura e interpretação como ocorre em sala de aula. Pelo contrário, as informações estão dispersas e podem vir de várias fontes, como diferentes *stakeholders*, especialistas de domínio e usuários finais. Isso torna a coleta e interpretação de informações um desafio adicional na ER.

Portanto, é essencial que os profissionais da área de desenvolvimento de software desenvolvam habilidades sólidas de comunicação para garantir uma compreensão clara e precisa dos requisitos do sistema. Isso envolve a capacidade de interagir efetivamente com os *stakeholders*, fazer as perguntas certas, ouvir atentamente e documentar as informações de maneira adequada. Além disso, a colaboração e o trabalho em equipe são fundamentais para garantir que todas as perspectivas sejam consideradas e que haja um alinhamento com os objetivos e expectativas dos envolvidos no processo de desenvolvimento de software.

A demanda crescente por profissionais na área de desenvolvimento de software contrasta com a formação oferecida a esses profissionais. Nos cursos de ensino superior, há uma carência de práticas do mundo real devido à dificuldade de simular empresas reais e ambientes de negócios [Striuk et al. 2022]. Eles podem não estar criando competências suficientes para que os futuros engenheiros desempenhem as tarefas da ER [Thiry et al. 2010]. Falta desenvolver maturidade e práticas com projetos reais para que os alunos desenvolvam as habilidades para conduzir a ER. Normalmente, os estudantes desenvolvem seus trabalhos por meio da leitura e interpretação de estudos de caso fornecidos pelos professores. Além disso, é extremamente difícil para os professores encontrarem empresas disponíveis para visitas frequentes ao longo do período acadêmico e ainda mais desafiador garantir que os funcionários dessas empresas estejam disponíveis para serem entrevistados por vários estudantes [Daun et al. 2022].

1.2. Realidade Virtual como ferramenta de apoio na aprendizagem

A RV é uma tecnologia que se concentra na criação de ambientes tridimensionais nos quais os usuários podem se mover e interagir com elementos virtuais [Tori et al. 2020]. Existem várias definições para a RV. Uma delas descreve a RV como qualquer software que transporte o usuário para um ambiente simulado, fazendo com que ele se sinta imerso no mundo virtual. Outra definição é a de RV imersiva, que considera o uso de um *headset* como o principal hardware para conectar o usuário à aplicação [Freina and Ott 2015]. Nesse caso, o *headset* permite que o usuário tenha uma experiência imersiva mais intensa.

O uso da RV na educação é considerado uma progressão natural na utilização da tecnologia para apoiar a aprendizagem [Pantelidis 2009]. A RV oferece novas formas e métodos de visualização e interação, motivando e desafiando os alunos a explorarem e interagirem em ambientes 3D.

Entre 2015 e 2019, houveram quase 50 estudos envolvendo RV em Engenharia de Software (ES), no entanto, as pesquisas frequentemente utilizam equipamentos especializados de RV imersiva, como Oculus Quest e HTC Vive, que não estão disponíveis para o público em geral devido ao seu alto preço [Andrade et al. 2022]. Uma alternativa é o *headset* VR Box, que é um dispositivo que permite a fixação de *smartphones*. Os usuários visualizam o conteúdo com cada olho em uma imagem diferente, criando o efeito estereoscópico. Os aplicativos para sistema Android são desenvolvidos utilizando a tecnologia Google Cardboard [Google 2022] que proporciona uma experiência de RV em dispositivos móveis, ao contrário de outros óculos de RV que têm hardware computacional próprio.

Apoiando o que foi previamente descrito sobre a metodologia tradicional de ensino de ER, é sugerido o uso de jogos para apoiar a aprendizagem, pois eles não apenas permitem o desenvolvimento individualizado na evolução do estudante, mas também oferecem um ensino baseado na prática [Garcia et al. 2020]. Jogos sérios (ou educacionais) ilustram a teoria por meio da prática, já que podem simular ambientes de negócios, permitindo que o estudante aprenda por meio da interação contínua entre sucessos e erros [Rosa et al. 2017], com os estudantes praticando a fase de ER e, assim, reduzindo as taxas de falha de projetos.

2. Trabalhos correlatos

Apesar da existência de jogos de RV para várias disciplinas em ES, ainda há uma falta de opções específicas para ER, e ainda que considerem somente ambientes imersivos.

Em um dos jogos avaliados [Gulec et al. 2021], o aluno vivencia o papel de um engenheiro de software em uma empresa especializada no desenvolvimento de software, a fim de praticar algumas atividades fundamentais de ES. Em relação à ER, ao jogador é apresentada uma tela que mostra todos os requisitos do projeto e precisa identificar quais estão corretos. No que diz respeito à RV, o jogo é compatível com HTC Vive, mas a única funcionalidade de RV é o movimento do jogador em um escritório onde há funcionários como personagens não jogáveis (NPC, na sigla em inglês). Ao encontrá-los, por meio de textos eles fornecem tarefas relacionadas ao ciclo de desenvolvimento proposto no jogo. Foram conduzidas seis sessões, porém não foi indicado o tempo de cada sessão. O ambiente é integrado a uma ferramenta de edição de cenários, o que permite a um professor criar novos cenários.

Cabe destacar outro jogo devido ao uso do Google Cardboard [Mayor and López-Fernández 2021]. Os estudantes aprendem os conceitos do framework

Scrum e experimentam alguns artefatos: *Sprint Backlog*, *Sprint Review*, *Retrospective*, *Burnout Chart* e *Poker Planning*. O jogo foi desenvolvido com recursos de RV para: interações com os artefatos do Scrum, dialogar com colegas NPC e se movimentar no jogo. Os NPCs explicam usando exclusivamente áudio. O jogo foi dividido em quatro capítulos com duração aproximadamente de oito minutos cada um. A movimentação é realizada seguindo o princípio da orientação por trilhos [Bishop and Abid 2018] e ocorre somente no primeiro capítulo para explorar o escritório.

No primeiro trabalho mencionado, a classificação de requisitos foi uma atividade considerada relevante e inspiradora para a fase final do jogo aqui proposto. A classificação de requisitos envolve analisar e categorizar os diferentes requisitos de um projeto de software, entre funcionais, não-funcionais e regras de negócio. No segundo trabalho foi empregada a mesma tecnologia de RV usada no jogo aqui desenvolvido. Além disso, o segundo trabalho proporcionou várias inspirações para melhorar a interação entre o usuário e a aplicação do jogo, como nos diálogos com personagens não jogáveis ou até mesmo o movimento do jogador dentro do ambiente virtual.

3. Back to The Promotion

O protagonista, assumido pelo estudante, vem do futuro, e ao longo da história é explicado como e qual o propósito de estar nesse tempo. O estudante começa em um banheiro de uma empresa de desenvolvimento de software (Softhouse) com uma Voz na Mente (VM) questionando o que aconteceu e incentivando a explorar o ambiente. A VM funciona como um assistente que mantém o ritmo do estudante, orientando-o sempre que ele ficar ocioso ou enfrentar um fracasso. Nesse local o estudante se ambienta com os controles e realiza algumas configurações em relação ao seu movimento no ambiente.

O estudante assume o papel de um engenheiro de requisitos nessa empresa. Sua primeira tarefa é fazer o levantamento de requisitos para desenvolver um sistema de controle de partidas de vôlei. Esse levantamento é feito interagindo com NPCs. Após o levantamento de requisitos, a última etapa do jogo é classificar cada informação coletada entre RF, RNF, RN ou descartá-la.

As ações que o estudante pode realizar são (1) movimentar-se pelo ambiente e (2) interagir com outros personagens. Essas interações ocorrem sem a necessidade de um controle. Portanto, elas ocorrem com base em um ponteiro fixo no centro da tela do usuário. Esse ponteiro se move junto com os movimentos da cabeça do jogador, mas sempre permanece no centro da tela. Ao apontar para um objeto ou personagem que permite interação, uma animação de carregamento começa no ponteiro, e o clique é registrado onde o ponteiro está apontando. O movimento pelo cenário segue o princípio orientado por trilhos, o que significa que o caminho em que o estudante pode andar é representado por uma trilha de pegadas (Figura 1). A movimentação acontece quando o jogador aponta para uma pegada no chão, apresenta uma animação de carregamento e ele caminha automaticamente para uma posição imediatamente acima da pegada.

A primeira fase é na empresa que foi dividida em três ambientes (Figura 2a). Na sala dos desenvolvedores é explicado sobre o processo de ER. Na sala da diretora (Figura 2b) é fornecida a primeira tarefa ao jogador para ele visitar um ginásio de vôlei e levantar os requisitos para desenvolver um sistema para controlar uma partida. O estudante precisa seguir até a porta do elevador para ser transportado para essa próxima fase.



Figura 1. Trilha de pegadas no chão: o jogador deve mover a cabeça para clicar em uma pegada.

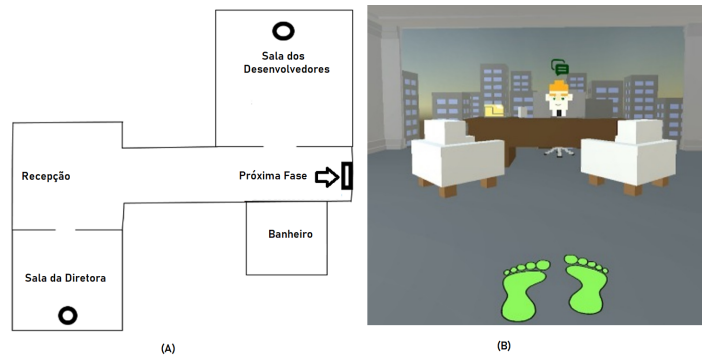


Figura 2. (A) Layout da Softhouse e (B) Sala da Diretora.

A interação com um NPC é iniciada quando um jogador aponta para o balão que fica acima da cabeça (observe a diretora na Figura 2b). Em seguida, acima do NPC é mostrada uma caixa de diálogo e um conjunto de menus é oferecido ao jogador (Figura 3). O texto na caixa também é reproduzido em áudio. Além disso, pode-se observar dentro da caixa existe parte do texto em amarelo. Isso acontece nos primeiros diálogos para que o aluno seja instruído a prestar atenção nas frases, pois elas podem conter informações para serem usadas como requisitos. Se ele achar interessante anotar esse diálogo, ele deve clicar em [Salvar Fala]. Nos diálogos seguintes todo o texto adota a mesma cor branca.



Figura 3. Interação com NPC.

A segunda fase é no ginásio. Ele foi organizado para que houvessem vários personagens a serem entrevistados (Figura 4a). Nessas interações, o estudante vai aprender vários aspectos sobre coleta de requisitos e comunicação. Alguns diálogos não tem utilidade como

requisitos e outros são redundantes. Quanto à comunicação: no início da conversa sempre haverão opções nos menus em que as frases são rudes ou nem tão educadas, resultando em respostas que não contribuem com a tarefa, ou mesmo na interrupção da conversa com o NPC. A Figura 4b ilustra como o ginásio foi modelado. No ginásio existem 10 requisitos a serem coletados. Entretanto, a porta para o jogo final de classificação de requisitos é habilitada quando ele tiver coletado pelo menos 5 requisitos, ou já estar jogando pelo menos 10 minutos nessa fase. A VM avisa que não foram coletados todos os requisitos quando o aluno alcançou a porta com menos de 10 requisitos.

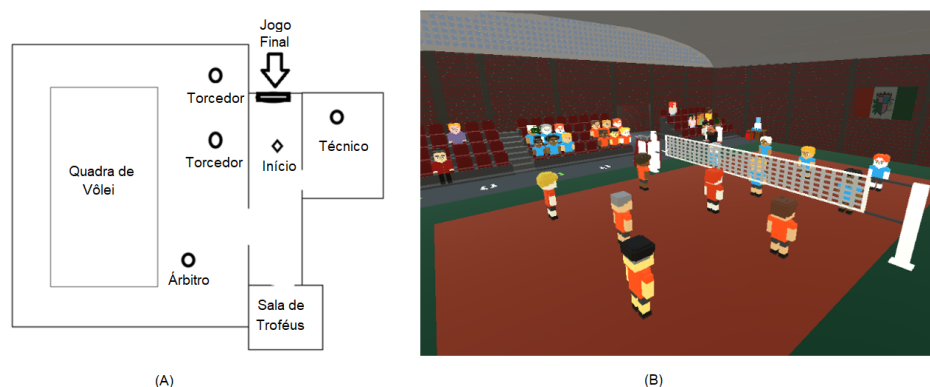


Figura 4. (A) Layout do Ginásio e (B) Quadra de Vôlei.

Na fase final são apresentadas todas as falas coletadas, incluindo aquelas que deveriam ter sido coletadas por conterem requisitos. Assim, garante-se ao jogador classificar todas as falas com ou sem requisitos, que serão exibidas de forma aleatória. O estudante deve classificá-los entre RF, RNF, RN ou descartá-lo. A sala inicia toda deteriorada e bagunçada. Ela vai se arrumando à medida que o estudante vai acertando a classificação. Quando ele erra em alguma classificação, é apresentado um quadro com uma notícia desastrosa do futuro. Quando ele acerta a classificação, além de arrumar a sala, uma notícia esperançosa é apresentada no quadro.

4. Validação

Back to The Promotion foi desenvolvido para dispositivos móveis com Android através do motor de jogos Unity 2019.4.23f1, Google Cardboard XR Plugin e a linguagem de programação C#. Os modelos 3D foram desenvolvidos utilizando o MagicaVoxel, com o estilo artístico inspirado em jogos como Minecraft e Roblox. Essa escolha de estilo artístico ajudou a otimizar o desempenho do jogo, tornando-o adequado para uma ampla variedade de dispositivos móveis com diferentes capacidades de processamento.

As perguntas de pesquisa que orientaram esta investigação foram:

QP1. Quão proficientes os estudantes são capazes de executar tarefas no jogo?

Esta pergunta de pesquisa tem como objetivo avaliar o nível de proficiência dos estudantes na execução de tarefas dentro do jogo, especificamente no contexto da elicitación de requisitos. Ao avaliar o desempenho dos estudantes, o estudo busca determinar quão bem eles conseguem aplicar seus conhecimentos e habilidades nessa tarefa.

QP2: Quanto o jogo consegue manter os estudantes imersos na execução de tarefas de elicitación de requisitos?

Para responder a essa pergunta de pesquisa, o projeto do jogo inclui recursos e elementos projetados para aprimorar a imersão. A pesquisa avaliou as experiências subjetivas de imersão dos estudantes, como seu nível de engajamento, presença e prazer ao realizar tarefas de elicitación de requisitos dentro do jogo.

Uma maneira de avaliar a eficácia de ambientes de RV imersiva é verificar o senso de presença relatado pelos usuários [Witmer and Singer 1998]. A presença é definida como a experiência subjetiva de estar em um local ou ambiente, mesmo sem estar fisicamente presente. Para que os usuários se sintam presentes, os sistemas de RV imersiva são amplamente baseados na imersão e no engajamento. O engajamento depende de focar a energia e a atenção do usuário na realização de tarefas no ambiente. A imersão depende do usuário se perceber como parte do ambiente, sendo estimulado a interagir no ambiente sem realmente perceber como realizou a interação. Aqueles autores desenvolveram um questionário de presença (PQ) baseado com 35 perguntas em uma escala *Likert* com sete níveis de concordância, para que os usuários respondam, em diversos aspectos, sobre seu sentimento de controle, substancialmente relacionado à sensação de imersão no ambiente.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, participaram dois professores com experiência profissional na fase de ER. Eles foram responsáveis por fornecer o estudo de caso realista que refletisse nas atividades e desafios enfrentados na prática da ER. Constava nesse estudo de caso, além da descrição do seu projeto de software, seus requisitos e possíveis desafios que os estudantes precisariam enfrentar.

Os professores permitiram que, no final do semestre, suas turmas participassem da validação do jogo. A primeira turma (n=12) era da disciplina de Requisitos de Software da terceira fase do curso, e a segunda turma (n=9) de Fundamentos de Engenharia de Software da primeira fase. Na segunda turma, a sessão ocorreu 15 dias depois, onde a equipe fez melhorias no jogo. Essas melhorias serão abordadas na próxima seção.

No dia da validação, os estudantes assinaram um termo de consentimento, experimentaram o jogo por aproximadamente 20 minutos, preencheram um formulário demográfico, o PQ adaptado para 28 perguntas: foram removidas sete questões do PQ original pois estavam relacionadas à tarefas que não tinham no jogo, por exemplo, reconhecer de onde vinham os sons.

5. Resultados e discussões

Os dados demográficos dos 21 alunos divididos em duas turmas é o seguinte: na primeira, da disciplina de Requisitos de Software da terceira fase, composta por nove homens e três mulheres com média de idade de 19,4 anos, nove afirmaram já terem usado aplicações com RV, três alunos jogam esporadicamente, três costumam jogar semanalmente, e seis jogam com frequência. A segunda turma, correspondente à disciplina de Fundamentos de Engenharia de Software da primeira fase, tinham sete homens e duas mulheres com média de idade de 17,8 anos, três alunos já usaram aplicações com RV, cinco jogam esporadicamente, um costuma jogar semanalmente, e três jogam com frequência.

Em <https://bit.ly/bttp> está disponível para download: o jogo para instalar no Android, um vídeo demonstrativo, a lista de requisitos e o roteiros de conversas dos NPCs e as respostas das 28 questões do PQ.

A Tabela 1 resume os dados da experiência do jogo. Todos os alunos da terceira

fase concluíram o jogo, levando em média 24 minutos e eles identificaram quase 76% dos 120 (=12 alunos * 10 requisitos) requisitos possíveis. Foram contabilizados em média 192 interações por aluno. Já na primeira fase, menos que a metade concluiu o jogo. Dos cinco alunos que não terminaram no tempo, um deles ficou enjoado. Os outros quatro concluíram aproximadamente em 15 minutos em média realizando 98 interações. Entretanto, coletaram somente 31,8% dos 40 requisitos possíveis (=4 alunos * 10 requisitos).

Tabela 1. Estatística descritiva da experiência do jogo

	Requisitos de Software (3ª Fase)	Fundamentos de Engenharia de Software (1ª Fase)
Estudantes (n)	12	9
Terminaram o jogo	12 (100%)	4 (44.5%)
Média de tempo para concluir	24'13"	14'54"
Quantidade de requisitos coletados	75.8%	31.8%
Média de cliques	192.3 (± 57,0)	98 (± 25,4)

Em relação à redução expressiva no tempo e quantidade de cliques entre a primeira e a segunda experiência, pode-se justificar por uma série de melhorias realizadas entre as duas sessões:

- 1) a quantidade de opções por fala foram revistas. Antes, às vezes havia tantas opções de menus que o jogador precisava virar a cabeça;
- 2) os diálogos iniciam automaticamente quando o jogador se aproxima do NPC, e fecha automaticamente quando se afasta;
- 3) o botão [Salvar Fala] não é mais apresentado se o texto já havia sido salvo;
- 4) foram reduzidas a quantidade de pegadas no trilho de movimento.

A diferença no sucesso dos requisitos coletados pode ter sido influenciado pelo próprio conhecimento prévio de cada turma na sua disciplina. Enquanto na disciplina da terceira fase é natural a própria classificação durante o semestre, já na primeira fase esse assunto é tratado como informativo, logo os alunos não têm tanta prática. Para a terceira fase, esse exercício serviu como um reforço, porém usando outro tipo de artefato (=jogo com RV) para sua aplicação.

Em relação ao sentimento de imersão, a Figura 5 apresenta o resultado da avaliação das duas turmas. Observa-se que, apesar da mediana ser distinta, o intervalo de valores foi praticamente idêntico. Inclusive, no arquivo disponível para download está a avaliação individual de cada item, e a média na turma de Requisitos foi 5,15 e na turma FES foi 5,22.

6. Considerações finais

O uso de RV em contextos educacionais para simular ambientes profissionais é promissor, pois permite que imersivamente o estudante esteja focado nos problemas da empresa que esteja simulando. Dessa forma, a RV vem para dar suporte ao desenvolvimento de competências imprescindíveis na ER que somente são adquiridas com essas vivências imersivas, como a comunicação e interação com os *stakeholders*. Diante disso, e com base em revisões sistemáticas [Andrade et al. 2022], Back to The Promotion apresenta-se como uma novidade nesse campo de ensino da ER. Além disso, outra característica é que o jogo foi desenvolvido para dispositivos móveis com Android, permitindo acesso para uma maior quantidade de estudantes.

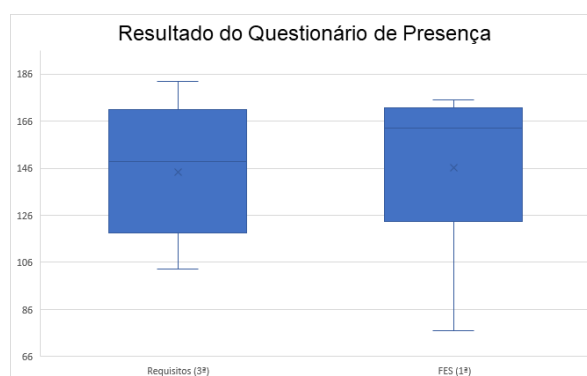


Figura 5. Avaliação do sentimento de imersão.

Resgatando e respondendo as duas questões de pesquisa:

QP1. Quão proficientes os estudantes são capazes de executar tarefas no jogo?

Pela Tabela 1 é possível identificar que a turma da terceira fase identificou 3/4 dos requisitos a serem coletados. Essa era a turma da disciplina Requisitos de Software, que tinha o conhecimento prévio do processo de elicitação de requisitos. Com isso, pode-se conjecturar que as regras, os objetivos e as mecânicas do jogo, mesmo antes das melhorias, davam o suporte necessário para a execução das tarefas. Contudo, pela redução na quantidade de cliques, a nova versão demanda menos interação por parte do jogador.

QP2: Quanto o jogo consegue manter os estudantes imersos na execução de tarefas de elicitação de requisitos?

Para aliviar os problemas de enjoo, alguns autores sugerem usar outras técnicas de locomoção, ou ainda, reduzir o tempo de imersão. Ao avaliar o nível de presença através do PQ, essa investigação pôde determinar a eficácia do jogo em criar um ambiente de aprendizado envolvente e imersivo. Essas informações podem ser valiosas para entender o impacto potencial do jogo na motivação, foco e resultados gerais de aprendizado dos estudantes no campo da elicitação de requisitos.

Como trabalho futuro, uma vez que a base do jogo e o sistema de diálogos estão concluídos, sugere-se criar novas simulações, podendo inclusive materializar empresas reais.

Algumas ideias para aplicação desse jogo em disciplinas: (i) pode ser usado antes do assunto de elicitação de requisitos, no intuito de fomentar a curiosidade dos estudantes em conhecer o processo; (ii) como aplicado nessa experiência, foi usado ao final do semestre para reforçarem os conceitos aprendidos; (iii) em conjunto com alguma disciplina em que possa usar o Unity para implementar aplicações com RV, em que os alunos desenvolvam o modelo do estudo de caso, descrevendo o cenário, apontando quais são os *stakeholders* e sua relação com os requisitos, inclusive escrevendo os diálogos. Os três exemplos retratam uma aprendizagem significativa em que o estudante é o sujeito ativo dentro do processo.

Agradecimentos

Esse trabalho foi financiado pelo Programa de Apoio a Infraestrutura para Grupos de Pesquisa da UDESC através dos Termos de Outorga nº 2021TR882 e 2023TR000246.

Referências

Andrade, G. V., Gomes, A. L. C., Hoinoski, F. R., Ferreira, M. G., Schoeffel, P., and Vahldick, A. (2022). Virtual Reality Applications in Software Engineering Education: A Systematic

- Review. arXiv:2204.12008.
- Bishop, I. and Abid, M. R. (2018). Survey of Locomotion Systems in Virtual Reality. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Information System and Data Mining - ICISDM '18*, pages 151–154, New York, New York, USA. ACM Press.
- Daun, M., Grubb, A. M., Stenkova, V., and Tenbergen, B. (2022). A systematic literature review of requirements engineering education. *Requirements Engineering*.
- Freina, L. and Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. In *Proceedings of eLearning and Software for Education (eLSE)*, Bucharest, Romania.
- Garcia, I., Pacheco, C., Méndez, F., and Calvo-Manzano, J. A. (2020). The effects of game-based learning in the acquisition of “soft skills” on undergraduate software engineering courses: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(5):1327–1354.
- Google (2022). Google Cardboard - Google VR. <https://arvr.google.com/cardboard/>. [Acesso em 18/10/2022].
- Gulec, U., Yilmaz, M., Isler, V., and Clarke, P. M. (2021). Applying virtual reality to teach the software development process to novice software engineers. *IET Software*, 15(6):464–483.
- Mayor, J. and López-Fernández, D. (2021). Scrum VR: Virtual Reality Serious Video Game to Learn Scrum. *Applied Sciences*, 11(19):9015.
- Pantelidis, V. S. (2009). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2):59–70.
- Rosa, L. H. C., Lucca, L. P., Lemos, E. L., Bernardi, G., and Medina, R. D. (2017). Jogos para Ensino de Levantamento de Requisitos de Software: uma Revisão Sistemática de Literatura. *RENOTE*, 15(2).
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering*. Addison-Wesley, Harlow, England, 10 edition.
- Striuk, A. M., Semerikov, S. O., Shalatska, H. M., and Holiver, V. P. (2022). Software requirements engineering training: problematic questions. In *CEUR Workshop Proceedings*, volume 3077.
- Thiry, M., Zoucas, A., and Gonçalves, R. Q. (2010). Promovendo a Aprendizagem de Engenharia de Requisitos de Software através de um Jogo Educativo. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*.
- Tori, R., Hounsell, M. d. S., and Kirner, C. (2020). Realidade Virtual. In Tori, R. and Hounsell, M. d. S., editors, *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*, chapter 1, pages 11–29. Editora SBC, Porto Alegre, 3ª edition.
- Witmer, B. G. and Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3):225–240.