

Game Reuse

Cláudia Maria Lima Werner¹, Diego Cardoso Borda Castro^{1,2},
Claudia Susie Camargo Rodrigues¹

¹Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

²Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, Brasil

{werner, diegocbcastro}@cos.ufrj.br, claudiasusie@gmail.com

Abstract. *This paper presents the Game Reuse research group, which seeks to merge two primary study domains: Software Reuse (SR) and Educational Games (EG) creation, with a principal emphasis on Software Engineering education; fields in which the group has been engaged for over 25 years. The group also examines related topics, including virtual and augmented reality, simulation, and remote learning. The primary objective of the group is to generate EGs via SR approaches, to enhance the development process, and minimize the time and effort necessary to make high-quality games.*

Keywords *Serious Games, Educational Games, Software Reuse, Software Engineering.*

Resumo. *O presente artigo apresenta o grupo de pesquisa Game Reuse, que visa integrar duas áreas principais de pesquisa, sendo a Reutilização de Software (RS) e o desenvolvimento de Jogos Educacionais (JE), com foco principal no ensino de Engenharia de Software; áreas nas quais o grupo atua há mais de 25 anos. O grupo também investiga assuntos correlatos aos citados, como realidade virtual e aumentada, simulação e educação a distância. O objetivo central do grupo consiste em criar JEs por meio das abordagens de RS, com o intuito de aprimorar o processo de desenvolvimento, reduzindo o tempo e o esforço necessários para a produção de jogos de alta qualidade.*

Palavras-Chave *Jogos Sérios, Jogos Educacionais, Reutilização de Software, Engenharia de Software.*

1. Introdução

O grupo de pesquisa *Game Reuse* faz parte de um grupo maior, denominado *Software Reuse Team*, que iniciou suas atividades em 1994 com foco na Reutilização de Software (RS). Esse grupo atua na linha de Engenharia de Software do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC), vinculado ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe/UFRJ). O grupo tem se envolvido desde sua criação em uma variedade de tópicos pertinentes à Engenharia de Software (ES), com particular destaque para a reutilização. Dentre os temas abordados ao longo dos anos, destacam-se: Engenharia de Domínio, Linhas de Produto de Software, Desenvolvimento Baseado em Componentes, Repositórios de Software, Processos de Software, Visualização de Software e Ecossistemas de Software, entre outros.

A partir de 1998, o grupo começou a pesquisar metodologias direcionadas ao ensino de ES, investigando a aplicação de tecnologias emergentes, como simulações

e jogos sérios. Essas ações resultaram nas primeiras publicações do grupo acerca de Jogos Educacionais (JEs), culminando na defesa da primeira dissertação vinculada ao assunto em 2003 [Dantas 2003]. Além disso, nos últimos 15 anos, o grupo também esteve envolvido em pesquisas que exploraram o uso de tecnologias inovadoras para apoiar esse processo de ensino por meio de jogos [Werner et al. 2009], combinando tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA).

Conforme já estabelecido, o pilar central do grupo de pesquisa é a RS ao redor dos jogos, que se refere à utilização de recursos, ferramentas e tecnologias já disponíveis, adaptando-os para o desenvolvimento de novos JEs, fazendo um ciclo de desenvolvimento, onde os jogos antigos são adaptados ou recriados para novos contextos. Tal fato possibilita a criação de jogos de maneira mais eficiente e econômica, aproveitando o saber e a experiência acumulados no grupo de reutilização ao longo dos anos.

Além de desenvolver jogos, o grupo efetua investigações para analisar a eficácia dos JEs no que se refere à aprendizagem e ao envolvimento dos alunos. Por meio de processos de avaliação, como testes, questionários e observações, o grupo visa o aprimoramento contínuo de seus jogos, assegurando que estes funcionem de maneira eficaz como instrumentos para o ensino e a aprendizagem.

De forma geral, o grupo de pesquisa *Game Reuse* concentra seus esforços em estudar dois grandes desafios relacionados a área de jogos e entretenimento digital, sendo eles a utilização de jogos como forma de estimulação ao ensino e avaliação cognitiva [de Cerqueira et al. 2020] e o uso de RA e RV como fonte de entretenimento para treinamento e ensino [Lages 2020].

2. Pesquisadores

Desde a criação do *Software Reuse Team*, foram capacitados mais de 70 alunos em programas de pós-graduação de mestrado e doutorado, resultando em mais de 400 publicações em conferências e periódicos, tanto nacionais quanto internacionais; o que proporcionou um significativo enriquecimento de conhecimento em RS para o grupo. Entre essas publicações, mais de 30 foram dedicadas exclusivamente a jogos.

O Game Reuse está comprometido em criar JEs com alta qualidade pedagógica, visando contribuir para a melhoria da educação por meio do uso de tecnologias educacionais. A equipe de pesquisa possui a participação de profissionais das áreas de *web designer*, programação, ES, RS e desenvolvimento de jogos, o que permite uma abordagem multidisciplinar na criação dos jogos.

Atualmente, o grupo é constituído por 2 professores pesquisadores, 1 estagiário de pós-doutorado, 1 aluno de doutorado, 2 alunos de mestrado e 2 alunos de graduação, além de contar com a colaboração de professores que contribuem pontualmente em diversas pesquisas.

3. Projetos de pesquisa

Desde sua criação, o grupo já coordenou 26 projetos de pesquisa, começando com projetos focados em RS e atingindo projetos exclusivamente dedicados a aplicações de JEs, com destaque para os projetos 3D *SETeaching* e *Game Reuse*. O projeto 3D *SETeaching* buscou usar RA e RV como ferramentas educacionais, oferecendo segurança

e controle no ensino, aprimorando a aprendizagem com realismo e interatividade. Equipamentos como luvas, óculos de RA e *Cave Automatic Virtual Environment* (CAVES) foram testados e utilizados durante o projeto, visando proporcionar sensações imersivas ao ambiente de aprendizado que o aluno vivencia. Ao longo do projeto foi possível perceber que a RV e a RA foram essenciais na aprendizagem, promovendo exploração e descoberta, ajudando o aluno a vivenciar melhor o tema [Fernandes et al. 2022a, Fernandes et al. 2022b].

O projeto *GameReuse*, que leva o nome do grupo de pesquisa responsável, tem e teve como finalidade integrar os dois grupos de pesquisa previamente citados, com a intenção de empregar as estratégias de reuso para simplificar e acelerar o processo de desenvolvimento de jogos. Por intermédio deste projeto, foi viável aplicar conceitos como Linha de Produto de Software (LPS) para a elaboração de jogos; essa abordagem pode ser entendida como um conjunto de sistemas que compartilham funcionalidades comuns, porém, que podem ser modificadas ou ampliadas, resultando, assim, em uma família de produtos semelhantes. Diante disso, o projeto possibilitou a exploração da utilização dessa abordagem para a criação de uma gama de jogos semelhantes, de modo que apenas um jogo fosse desenvolvido e N variações fossem geradas a partir deste [Castro e Werner 2024]. Além disso, o projeto também investigou o processo de desenvolvimento de jogos, tentando tornar o mesmo mais sistemático por meio das abordagens de reuso de processo de software [Benigno et al. 2024].

4. Trabalhos Relevantes

The Incredible Manager [Dantas et al. 2004] é um jogo de simulação que destina-se à capacitação de gerentes de projetos no setor de software. O aluno desempenha o papel de gerente no planejamento e na supervisão de projetos de desenvolvimento de software, os quais apresentam requisitos específicos relacionados a orçamento, prazo e qualidade.

O jogo é constituído por três elementos fundamentais: modelos da Dinâmica de Sistemas que representam projetos relacionados ao desenvolvimento de software; um simulador de modelos que possibilita a simulação com uma estrutura dinâmica; e uma interface de jogo visual que exibe o contexto da partida, fornecendo respostas da simulação e viabiliza a interação com o usuário. A Figura 1 demonstra os elementos principais do jogo e a interface visual do jogo.

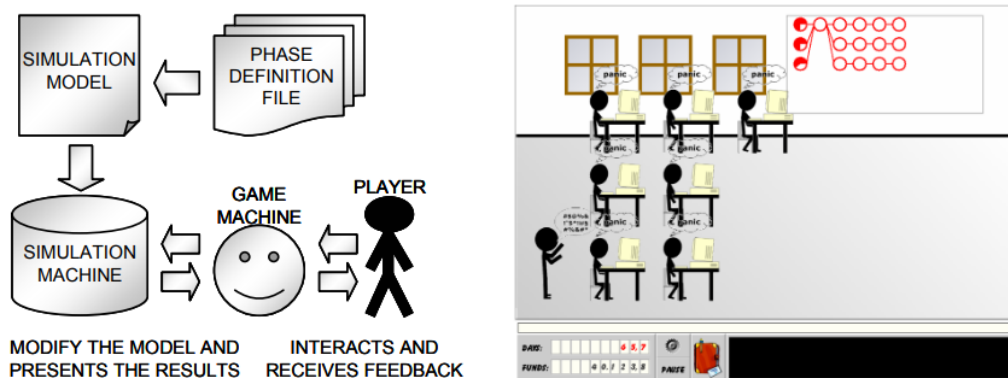


Figure 1. *The Incredible Manager*

CodeBoy [Castro 2020] foi um jogo inspirado no jogo *Lightbot* [Souza et al. 2018], utilizando mecânicas bastante parecidas, e foi incorporado ao conceito de modelo de características, que se refere à forma de representação de uma LPS. É fundamental ressaltar que todas as fases foram criadas com a finalidade de motivar os usuários a reutilizarem o máximo possível de movimentos, com o intuito de que compreendam a importância da RS e a relevância da reutilização de funções. No *CodeBoy*, o usuário dispõe de uma organização hierárquica de elementos que se inspira nessa árvore de características. Na parte esquerda, localiza-se a seção dos elementos obrigatórios, na qual o usuário deve programar o personagem para capturar a estrela e progredir para a próxima fase. A parte direita refere-se à seção opcional, na qual o usuário deve acessar o baú para coletar o bônus. Na parte inferior dessa árvore, é apresentado o conceito de função que permite ao jogador desenvolver um objeto reutilizável que pode ser invocado na árvore principal, reforçando o conceito de reuso. No mencionado jogo, o jogador é capaz de executar atividades como quebrar obstáculos, deslocar-se em quatro direções, rotacionar o personagem para ambos os lados, pular e abrir o baú. A Figura 2 demonstra uma fase do jogo.

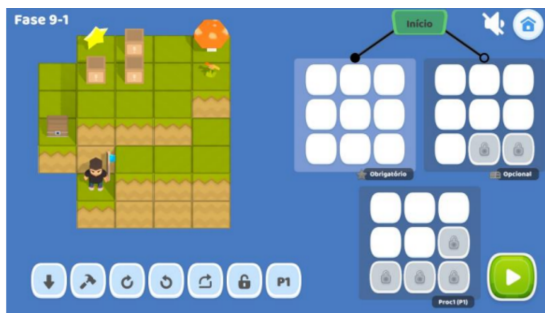


Figure 2. Jogo *CodeBoy*



Figure 3. Jogo *Reuse Blocks*

Reuse Blocks [Castro 2020] emprega uma interface e uma mecânica bastante similares às do *Scratch* [Scaico et al. 2013], adotando uma abordagem de programação por blocos. Entretanto, o *Scratch* foi elaborado com o propósito de ensinar programação a usuários iniciantes, enquanto que o *Reuse Blocks* foi criado para ensinar componentes de software com foco em RS. Este jogo tem como objetivo oferecer ao usuário uma experiência prática, obrigando-o a solucionar problemas clássicos de programação por meio de uma Interface de Desenvolvimento Integrada (IDE). Para pontuação do jogo, foram empregadas métrica de qualidade de componentes com o intuito de verificar e validar se um componente criado possui boa qualidade. Dessa forma, não basta apenas resolver o problema, mas o componente construído deve ter qualidade e ser reutilizável. Ademais, o jogo integra características como níveis, feedback contínuo, simulação, interdependência de conteúdos e recompensas, com o intuito de promover um maior engajamento dos alunos. A Figura 3 ilustra um desafio a ser abordado no jogo, evidenciando um problema clássico da computação, que é a sequência de Fibonacci.

O jogo *Req Journey* [Rodrigues et al. 2024] apresenta uma temática de metaverso em 2D, com a finalidade de estabelecer um ambiente gamificado que auxilie no ensino

dos conteúdos introdutórios da disciplina de Engenharia de Requisitos. A iniciativa foi executada na plataforma de conferência virtual, *Gather Town* [Zhao e McClure 2024], utilizando recursos nativos que possibilitaram a concepção do projeto na modalidade de um jogo sério, com o intuito de aumentar o engajamento em relação à disciplina em sala de aula e, ademais, fomentar a aprendizagem ao incorporar elementos lúdicos à educação. Formado por três etapas interativas e exploratórias, o participante tem a possibilidade de personalizar seu próprio avatar e se aventurar no metaverso bidimensional, enfrentando os desafios apresentados e adquirindo conhecimento de forma individual e coletiva por meio da leitura, das interações com o ambiente e de mini jogos.

Embora os recursos visuais apresentados até o momento sejam importantes para criação dos jogos, gerando engajamento nos jogadores, os jogos podem ultrapassar as barreiras do visual, e esse é o propósito do jogo *Unseen* [Rodrigues et al. 2025]. Ele utiliza um áudio binaural como ferramenta de estudo para acessibilidade de pessoas com deficiência visual. Áudio Binaural é uma tecnologia de RV que visa reproduzir sensações reais em ambientes virtuais com estímulos sensoriais, como sons e imagens. O Áudio Binaural cria efeitos espaciais no som, ajudando o ouvinte a localizar a fonte sonora. No jogo *Unseen*, o jogador é um investigador que deve descobrir qual das três obras de um museu é falsa, utilizando dicas disponíveis no cenário. *Unseen* foi desenvolvido com recursos visuais limitados, priorizando a audiodescrição de objetos interativos. O projeto inclui dois mini jogos no museu, *Genius* e Memória Sonora, que usam intensamente o áudio. No *Genius*, uma sequência de tons é tocada e aumentada a cada fase. O jogador deve usar as setas para mostrar a direção do tom tocado. No Memória Sonora, o áudio simula intuitivamente um tabuleiro com 6 cartas, onde o jogador deve emparelhar cartas com sons iguais.

O trabalho mais recente do grupo no campo dos jogos buscou evidenciar a aplicação de LPS na criação de jogos digitais, resultando na criação de alguns protótipos para a criação de jogos similares. O objetivo do estudo era comprovar a viabilidade dos conceitos de LPS para criar variabilidade em jogos através da identificação de características semelhantes. Além disso, o trabalho concentrou-se na criação de jogos por docentes sem experiência no campo, com o objetivo de desenvolver uma interface intuitiva para que eles pudessem usar. Com essa interface, o educador poderia inserir os conteúdos que deseja ensinar, selecionar as características do jogo que deseja desenvolver e uma versão do jogo seria gerada automaticamente [Castro et al. 2023].

Observe que a maior parte dos jogos apresentados pelo grupo é inspirado ou recriado a partir de jogos já existentes, adaptados a diferentes contextos, o que facilita seu desenvolvimento, uma vez que a habilidade de modificação fundamenta-se no reconhecimento e na adaptação das mecânicas de jogo, em vez de projetá-las ou criá-las do zero. As adaptações são inevitáveis; no entanto, essa abordagem de RS diminui de maneira significativa a experiência e os recursos exigidos para desenvolver um jogo sério que seja eficaz.

References

Benigno, M., Teixeira, E., e Werner, C. (2024). Processos de software para jogos digitais: uma revisão terciária da literatura. In *Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 665–680, Rio de Janeiro.

- Castro, D. e Werner, C. (2024). Desenvolvendo jogos por meio de linha de produto dinâmica. In *Anais do XXVII IberoAmerican Conference on Software Engineering (CibSE)*, pages 380–395, Curitiba.
- Castro, D., Werner, C., e Xexéo, G. (2023). Extending educational games across product lines. In *International Conference on Videogame Sciences and Arts*, pages 134–149. Springer.
- Castro, D. C. B. (2020). *Uso de Jogos como Estratégia para o Ensino de Reutilização de Software*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Dantas, A. R. (2003). *Jogos de Simulação no Treinamento de Gerentes de Projetos de Software*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.
- Dantas, A. R., de Oliveira Barros, M., e Werner, C. M. L. (2004). A simulation-based game for project management experiential learning. In *SEKE*, volume 19.
- de Cerqueira, B. B., Barbosa, D. N. F., e Mossmann, J. B. (2020). Stimulation of the executive functions mediated by digital games: Current challenges in the school context. In *Forum on Grand Research Challenges in Games and Entertainment*, pages 187–206. Springer.
- Fernandes, F., Castro, D., Rodrigues, C., e Werner, C. (2022a). Development of the software engineering education virtual classroom prototype: An experience report. In *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2022)*, page 85, Brasil.
- Fernandes, F., Castro, D., e Werner, C. (2022b). Immersive learning research from svr publications: A re-conduction of the systematic mapping study. *Journal on Interactive Systems*, 13(1):205–220.
- Lages, W. S. (2020). Nine challenges for immersive entertainment. In *Forum on Grand Research Challenges in Games and Entertainment*, pages 233–254. Springer.
- Rodrigues, C., Nazareth, V., Azevedo, R., Barbosa, P., e Werner, C. (2025). Unseen: Advancing Digital Accessibility with Binaural Audio Technology in an Immersive Gaming Prototype. *Journal on Interactive Systems*, 16(1):98–108.
- Rodrigues, C. S. C., Nobre, T. S., Nazareth, V., e Werner, C. (2024). Reqjourney: Gamified tool in the 2d metaverse for teaching requirements engineering. In *Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos (WIPlay)*, pages 64–74. SBC.
- Scaico, P. D., de Lima, A. A., Azevedo, S., da Silva, J. B. B., Raposo, E. H., Alencar, Y., Mendes, J. P., Scaico, A., et al. (2013). Ensino de programação no ensino médio: Uma abordagem orientada ao design com a linguagem scratch. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 21(02):92.
- Souza, D., Goulart, M., Guarda, G., e Goulart, I. (2018). Lightbot logicamente: um game lúdico amparado pelo pensamento computacional e a matemática. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 24, pages 61–69.
- Werner, C., Rodrigues, C., Santos, R., Costa, H. L., Santo, R. E., e Castro, W. (2009). Projeto Tec3ES: Tecnologias e estratégias para educação em engenharia de software.

In *Anais do CIESC 2009 – XVII Congresso Iberoamericano de Educação Superior em Computação, XXXV Conferência Latino-Americana de Informática (CLEI)*, Pelotas, Brasil.

Zhao, X. e McClure, C. D. (2024). Gather Town: A gamification tool to promote engagement and establish online learning communities for language learners. *RELC Journal*, 55(1):240–245.