

# Entre códigos e níveis: como a (re)criação de um jogo educacional pode ser uma ferramenta de aprendizagem

*Between codes and levels: how the (re)creation of an educational game can be a learning tool*

Jean Miguel<sup>1</sup>, José Carlos Duarte<sup>1,2</sup>, Marcela Pessoa<sup>1</sup>, Fernanda Pires<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Tecnologia – Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA)  
ThinkTEd Lab - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em tecnologias

<sup>2</sup>Instituto de Computação – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)  
Manaus – AM – Brasil

{jmcb.lic22,mpessoa,fpires}@uea.edu.br

carlosduarte@icomp.ufam.edu.br

**Abstract. Introduction:** The use of active learning methodologies, such as Game Development-Based Learning (GDBL), has proven to be a promising approach to bridge theoretical knowledge with practical experiences in computing education. **Objective:** This study aims to present the reengineering process of an educational game focused on matrix learning, analyzing its impact on the development of students' skills. **Methodology:** This is a case study in which students participated in the reengineering process, involving improvements in code, interface, and mechanics, with the competencies developed throughout the process being analyzed. **Results:** The results indicate that engaging in development practice supports learning, fostering the understanding of abstract concepts and the development of technical and cognitive skills.

**Keywords** Game Development-Based Learning, Game Redesign, Software Reengineering, Educational Games, Computational Thinking

**Resumo. Introdução:** A utilização de metodologias ativas, como o Game Development-Based Learning (GDBL), tem se mostrado uma abordagem promissora para aproximar conhecimentos teóricos de experiências práticas no contexto de educação em computação. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo apresentar o processo de reengenharia de um jogo educacional voltado à aprendizagem de matrizes, analisando seu impacto no desenvolvimento de habilidades dos estudantes envolvidos. **Metodologia:** Estudo de caso em que os discentes participaram do processo de reengenharia, envolvendo melhorias no código, interface e nas mecânicas, sendo analisadas as competências desenvolvidas ao longo do processo. **Resultados:** os resultados indicam que a prática de desenvolvimento auxilia no aprendizado, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos e o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas. **Palavras-Chave** Game Development-Based Learning, Redesign de Jogos, Reengenharia de Software, Jogos Educacionais, Pensamento Computacional

## 1. Introdução

O uso de jogos digitais na Educação em Computação tem se consolidado como uma estratégia relevante para promover engajamento e apoiar a aprendizagem de

conceitos abstratos, especialmente em áreas como algoritmos e estruturas de dados. Mais recentemente, o foco tem se deslocado do ato de jogar para o ato de criar jogos, entendendo o processo de desenvolvimento como um espaço propício para a aprendizagem [Bewer e Gladkaya 2022].

Nesse contexto, abordagens como o *Game Development-Based Learning* (GDBL) propõem que estudantes aprendam ao projetar e desenvolver seus próprios jogos, mobilizando conhecimentos técnicos e pedagógicos de forma integrada [Videnovik et al. 2023]. Essa perspectiva dialoga diretamente com o Construcionismo [Papert 1993], ao considerar que a aprendizagem se torna mais significativa quando o estudante está envolvido na construção de artefatos com propósito e autoria. Estudos na área indicam que esse processo pode favorecer o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, criatividade e pensamento computacional [Qian e Clark 2016, Honda et al. 2020].

No entanto, a maior parte dos trabalhos apontados na literatura [Wu e Wang 2012] concentra-se mais na criação inicial dos jogos, menos sobre modificações de jogos, nada sobre *redesign* de jogos e nada foi localizado sobre outras etapas do ciclo de desenvolvimento, que permanecem pouco exploradas do ponto de vista educacional. Em contextos reais, jogos dificilmente são produtos finais estáticos; ao contrário, passam por ciclos de revisão, ajustes e melhorias [Lee et al. 2020]. Esse movimento envolve decisões sobre organização do código, adaptação de mecânicas e revisão de soluções previamente adotadas, exigindo dos estudantes um olhar mais analítico sobre o que foi produzido [Zurawska 2021], sobretudo quando esse produto é resultado de trabalho acadêmico. Apesar disso, o potencial educativo dessas etapas ainda é pouco discutido. Se, por um lado, desenvolver um jogo exige a construção de soluções, por outro, revisar e transformar essas soluções pode demandar um nível diferente de compreensão, mais próximo da reflexão crítica e da reestruturação do conhecimento [Aljedaani et al. 2024].

Este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória, em formato de estudo de caso sobre como o processo de reengenharia de um jogo educacional pode contribuir para a aprendizagem em computação. Especificamente, analisa-se a experiência de estudantes ao reestruturar e aprimorar um jogo previamente desenvolvido. Como contribuição, o artigo propõe discutir a reengenharia de jogos educacionais como uma estratégia pedagógica, evidenciando seu potencial para apoiar o desenvolvimento de competências relacionadas à organização de soluções, resolução de problemas e pensamento computacional.

## **2. Falando sobre GDBL, redesign e reengenharia de jogos**

O GDBL têm sido apontado como uma estratégia promissora para promover a aprendizagem ativa, pois envolve os estudantes no desenvolvimento de jogos como parte do processo educativo. Essa abordagem permite a aplicação de conhecimentos técnicos e pedagógicos, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas e pensamento crítico. Pesquisas tem investigado como o desenvolvimento de jogos educacionais pode impactar no desenvolvimento de habilidades técnicas e *soft skills* dos programadores, como no estudo de [Souza et al. 2025], que relata as lições aprendidas durante o desenvolvimento do jogo educacional Interceptadores, criado em realidade virtual imersiva para o aprendizado da história da independência do Brasil na

Bahia. O relato de experiência aborda decisões de *game design*, programação e testes em ambiente escolar. Os resultados, indicam boa aceitação e engajamento, com destaque para a imersão e a facilidade de uso, embora tenham sido identificadas oportunidades de melhoria relacionadas ao conforto físico e à clareza didática.

No trabalho de Honda et al. [2020a], os autores relataram as lições aprendidas ao desenvolver um jogo educacional voltado para aprendizagem de autômatos finitos determinísticos. O jogo foi concebido seguindo uma metodologia de *game design* iterativo e incremental e, dentre os conhecimentos adquiridos durante esse processo, destaca-se o aprimoramento das habilidades de programação, planejamento de software, codificação e aspectos voltados para a experiência do jogador. O estudo [Damasceno e Bezerra 2023] apresenta a identificação e refatoração de *test smells*, com estudantes de Engenharia de Software. Os autores destacam o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e resolução de problemas, evidenciando o papel da refatoração na formação de profissionais mais capacitados.

Na Engenharia de Software, a reengenharia refere-se ao processo de compreender, reestruturar e transformar um sistema existente com o objetivo de aprimorar sua qualidade interna ou externa, podendo ou não adicionar novas funcionalidades [Cavasin e Dal Forno 2021]. Para este estudo, o conceito de reengenharia envolve duas etapas no processo de recriação: (i) refatoração, entendida como a reorganização estrutural do código-fonte sem alteração de sua funcionalidade [Fowler 2018], e (ii) redesign, voltado à melhoria da usabilidade e da experiência pedagógica [Laine e Lindberg 2020, Portela et al. 2019]. Na etapa de refatoração, foram adotadas técnicas como *extract method*, *replace temp with query* e *replace inheritance with delegation* [Apiumhub 2024, Fowler 1999], visando tornar o código mais modular e de fácil manutenção, especialmente em jogos educacionais, cujas funcionalidades impactam diretamente a diversão e o aprendizado do jogador. Na etapa de redesign, foram levados em consideração os princípios de Interação Homem-Computador (IHC), com a reorganização de elementos visuais e priorização de informações relevantes para o jogador, com objetivo de evitar sobrecarga de informações [Miguel et al. 2025].

Nesse trabalho, diferente dos demais, o processo apresentado se trata da realização do redesign de um jogo educacional em versão beta. A complexidade é diferente, pois os estudantes devem entender o que existe, fazer somente modificações que não influenciem no tema curricular proposto.

### 3. Método seguido

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e exploratória, conduzida por meio de um estudo de caso. O objetivo é mapear e analisar o impacto do processo de reengenharia e *redesign* de um jogo educacional no desenvolvimento de habilidades técnicas e pedagógicas dos participantes envolvidos no processo.

Para análise e avaliação dos resultados, foram consideradas múltiplas fontes de dados, tais como: (i) a avaliação dos professores envolvidos no processo; (ii) os registros oriundos da investigação-ação conduzida com os estudantes participantes; (iii) a documentação do software, em especial o *Educational Game Design Document*; e (iv) os instrumentos de avaliação aplicados ao longo do estudo. Esses dados foram avaliados através de uma estratégia de triangulação de dados, para buscar convergência entre as

evidências encontradas durante o estudo.

### 3.1. Contexto e participantes

O estudo foi realizado em um laboratório de pesquisa em tecnologias educacionais, no contexto de um projeto de pesquisa acadêmico voltado ao desenvolvimento de jogos educacionais. Participaram da pesquisa dois estudantes de Licenciatura em Computação (E1 e E2), com experiência inicial em programação e desenvolvimento de jogos; Três professores da área de computação, sendo: P1, pessoa com doutorado, 25 anos de experiência no ensino superior, atuando em disciplinas de programação; P2, pessoa com doutorado, com 11 anos de experiência em Educação em Computação e desenvolvimento de jogos educacionais, com participação em mais de 30 projetos; P3, pessoa com mestrado, com atuação em cursos de Licenciatura em Computação, com foco em desenvolvimento de software educacional e teorias de aprendizagem. O objeto de estudo foi um jogo educacional desenvolvido na *engine* Unity, cujo objetivo é apoiar a aprendizagem de matrizes. A versão inicial do jogo apresentava limitações relacionadas à organização do código, desempenho e interface, motivando o processo de reengenharia.

### 3.2. Procedimentos

O processo de reengenharia foi estruturado em quatro etapas principais, como representado na Figura 1. As etapas são iterativas, permitindo revisões sucessivas das soluções desenvolvidas, conforme os princípios da *Design-Based Research* [Collective 2003], que preveem ciclos contínuos de análise, implementação e refinamento.

- **Identificação de problemas:** etapa realizada de forma coletiva, incluindo análise do código e entrevistas com o primeiro desenvolvedor para identificar limitações técnicas e pedagógicas do produto;
- **Refatoração:** compreendendo a reorganização do código-fonte com o objetivo de melhorar sua legibilidade, modularidade e manutenção, sem alteração das funcionalidades principais;
- **Redesign:** voltado à melhoria da usabilidade, experiência do usuário e adequação pedagógica do jogo, incluindo ajustes em mecânicas, interface e *feedback* ao jogador;
- **Avaliação:** análise das melhorias implementadas e do impacto do processo na percepção dos participantes.

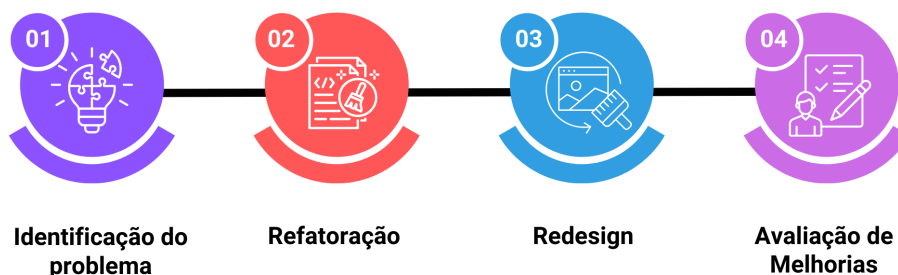


Figura 1. Etapas do processo de reengenharia.

### 3.3. Coleta de Dados e Variáveis de Análise

A coleta de dados ocorreu por meio de múltiplas fontes, visando garantir maior validade dos resultados, por meio de um processo de triangulação, incluindo: (i) Questionários estruturados aplicados para avaliar a percepção dos estudantes quanto ao desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas; (ii) Análise de artefatos produzidos, como versões do código-fonte e modificações implementadas no jogo; (iii) Observação do processo de desenvolvimento, com registro das interações, dificuldades e estratégias adotadas; e (iv) Autoavaliação dos participantes, com foco na percepção de aprendizagem e desenvolvimento de competências.

Para as análises foram utilizadas variáveis relacionadas ao desenvolvimento de competências, incluindo: (i) Habilidades de programação; (ii) Capacidade de resolução de problemas; (iii) Game Design educacional; e (iv) Percepção de aprendizagem.

## 4. Resultados e discussões

Esta seção aborda os resultados e discussões obtidos com o processo de reengenharia e redesign do jogo, que pode ser verificado através dos códigos gerados, projetos de design de interação bem como o Documento de Game Design Educacional e observação participante.

### 4.1. Reengenharia e desenvolvimento de habilidades técnicas

Após algumas semanas do processo de recriação do jogo, os programadores responsáveis responderam a um questionário elaborado no Google Forms. O instrumento foi composto por cinco questões objetivas em escala Likert, voltadas à autoavaliação do desenvolvimento de suas habilidades em programação, além de uma questão aberta sobre os principais desafios enfrentados durante o processo. Outras três questões em escala Likert para avaliar sua percepção sobre seus conhecimentos de IHC, acompanhadas de uma questão aberta para explorar se o jogo apresentou melhorias nesse aspecto. Por fim, duas questões abertas que abordaram o impacto geral da refatoração nas habilidades do programador.

O primeiro grupo de perguntas teve como foco as habilidades de organização, manutenção, boas práticas e compreensão técnica do código. Um dos participantes destacou: *“Apliquei boas práticas em uma linguagem orientada a objetos e fortemente tipada, um grande desafio”*, e ambos atribuíram notas 4 e 5 para todas as questões dessa categoria. Isso sugere um impacto positivo no desenvolvimento de habilidades de programação, bem como no fortalecimento do raciocínio lógico e do pensamento estruturado no processo de desenvolvimento. Além disso, um deles apontou como principal dificuldade *“padronizar o código para reaproveitá-lo e compreender o código antigo”*. Esse desafio parece ter sido um estímulo para praticar mais essas habilidades, resultando em uma autopercepção de melhora.

Os resultados indicam que o processo de reengenharia do jogo mostrou impactos positivos no desenvolvimento de habilidades técnicas dos estudantes, sobretudo aquelas relacionadas à organização, compreensão e manutenção de sistemas. Ao ter acesso aos códigos fontes, os estudantes precisaram compreender a lógica empregada, a associação entre códigos, as bibliotecas utilizadas bem como o funcionamento da *game engine* unity. A necessidade de atuar sobre uma base de código previamente desenvolvida

exigiu dos participantes não apenas a aplicação de conhecimentos de programação, mas principalmente a interpretação da lógica já implementada, identificação de problemas estruturais e tomada de decisões sobre sua reorganização. O que foi apontado por eles como uma atividade complexa e de difícil realização, afirmação que corrobora com os achados da literatura [Aljedaani et al. 2024].

Entre as ações executadas, a modularização do código emergiu como uma prática central durante a refatoração. A reorganização em estruturas mais coesas e independentes favoreceu a legibilidade e a manutenção do sistema, ao mesmo tempo em que demandou dos estudantes a compreensão das responsabilidades de cada componente e suas interdependências. Esse processo contribuiu para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à leitura de código, abstração e decomposição de problemas, aspectos fundamentais na formação em computação. Nesse processo, os estudantes refletiram sobre a qualidade das soluções adotadas, o que estimula uma postura crítica em relação ao código. Diferentemente da criação de sistemas a partir do zero, a reengenharia exigiu a análise de decisões já implementadas e a adaptação dessas soluções sem comprometer o funcionamento do jogo, caracterizando um processo cognitivamente mais exigente, como já apontado pela literatura [Zurawska 2021, Aljedaani et al. 2024].

Embora o artefato final tenha apresentado melhorias técnicas, como maior organização do código e melhor desempenho, o principal impacto ocorreu no processo de aprendizagem. Compreender o código existente, identificar limitações e propor soluções estimulou o desenvolvimento de habilidades de manutenção de software, pensamento estruturado e tomada de decisão em contextos reais de desenvolvimento. Esses resultados sugerem que a reengenharia de jogos educacionais pode contribuir para a formação técnica dos estudantes ao promover experiências que vão além da implementação inicial, envolvendo atividades de análise, interpretação e reorganização de sistemas complexos.

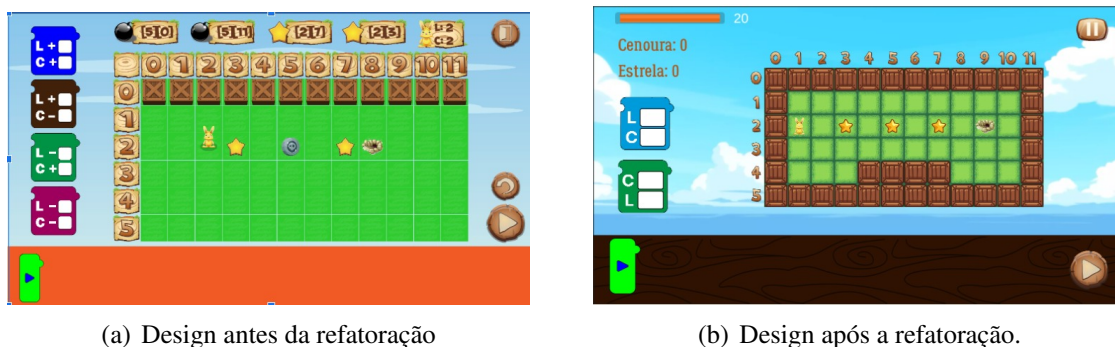
#### **4.2. Redesign de jogos educacionais e tomada de decisões**

Em se tratando de autoavaliação em IHC, os estudantes demonstraram menor segurança. Em resposta ao formulário anteriormente citado, os estudantes atribuíram nota 2 e 3 à sua capacidade de criar interações mais intuitivas para os usuários, o que revela que essa ainda é uma área em desenvolvimento. Ademais, as respostas abertas sugerem uma perspectiva de crescimento, ao afirmar: *“Melhorei minhas habilidades de design e aprendi a planejar mecânicas desde o esboço até o desenvolvimento final”* e *“Ainda não me considero um ótimo designer, mas mexer no jogo me ajudou muito a entender como organizar interfaces”*. Isso indica que, mesmo com dificuldades, o processo de redesign contribuiu para ampliar as habilidades de organização de telas.

A etapa de redesign concentrou-se na revisão das mecânicas e da interface do jogo, com foco na melhoria da experiência do usuário e no alinhamento com os objetivos de aprendizagem. Foi necessário modificar elementos de risco e recompensa para que houvesse equilíbrio entre *level design* e *learning design*. Os estudantes sentiram mais dificuldade na organização de mecânicas de aprendizagem. As alterações nas mecânicas do jogo contribuíram para o desenvolvimento de habilidades de avaliação didático-pedagógica, especialmente na análise do equilíbrio entre diversão e aprendizagem. Ao revisar e ajustar regras, *feedbacks* e progressão, os estudantes podem verificar como as decisões de design podem impactar, tanto no engajamento, quanto a compreensão do

conteúdo, ou seja, a articulação entre objetivos educacionais e experiência do jogador é essencial e se mostra uma ação complexa.

A Figura 2 apresenta a evolução das mecânicas do jogo antes e após o redesign. Observa-se que as alterações demonstram preocupação com a experiência do jogador e as dinâmicas do jogo, com vistas a melhorar a interação e por conseguinte a aprendizagem.



**Figura 2. Design original e Design atualizado, respectivamente.**

Foi necessário realizar o redesign da interface, pois os elementos de jogo passaram por modificações para melhor atender ao design educacional. Nesse processo, se objetivou melhorar a legibilidade, a organização visual e a hierarquia de informações, para reduzir possíveis fontes de sobrecarga cognitiva. Esse processo exigiu a aplicação de princípios de design centrado no usuário, com atenção à clareza e acessibilidade das interações. Os estudantes desenvolvedores ainda não haviam cursado essa disciplina, assim os professores orientadores lhes auxiliaram. Os estudantes indicaram que essa pesquisa contribuiu para o melhor desempenho quando foram cursar a disciplina em seus cursos.

De modo geral, o processo de revisão das mecânicas e da interface ajudou os estudantes a desenvolverem um olhar mais analítico sobre as decisões envolvidas no design de jogos educacionais. Ao longo das atividades, eles passaram a considerar aspectos como usabilidade, clareza das regras e objetivos pedagógicos, percebendo como design e aprendizagem estão diretamente relacionados. Os resultados indicam que o redesenho de jogos pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico em design, da capacidade de avaliar diferentes alternativas e da criação de experiências mais coerentes com os objetivos educacionais.

### 4.3. Avaliação dos professores sobre o processo

A avaliação realizada pelos professores usou como instrumento de avaliação a observação participante e usam como instrumento de registro a documentação de acompanhamento da pesquisa. Os educadores acompanharam os estudantes durante todo o processo de desenvolvimento, P2 acompanhou o processo desde a criação do objeto de estudo investigado, o jogo <Omitido para revisão>. Os professores avaliam que o processo de *redesign* de um jogo educacional tem níveis de complexidades e esses, podem variar de acordo com as experiências dos times envolvidos. Os professores observaram que os estudantes apresentaram dificuldades iniciais na organização de mecânicas de aprendizagem e na estruturação da interface, o que exigiu mediação e orientação ao longo do processo.

Um fator a ser apontado é que, no início, todas as tarefas demandavam mais tempo para serem executadas; com o passar do tempo, no entanto, à medida que os estudantes passaram a refazer os códigos, essa tarefa tornou-se menos complexa para eles. Por outro lado, quando os processos envolveram o redesign e a organização didático-pedagógica, os estudantes apresentaram maiores dificuldades. De forma geral, a avaliação dos professores converge com os demais dados do estudo, indicando que o processo de redesign promoveu o desenvolvimento de uma postura mais analítica e reflexiva por parte dos estudantes.

#### **4.4. Discussão e desafios enfrentados no processo**

A análise conjunta das diferentes fontes de dados, incluindo as percepções dos estudantes, a avaliação dos professores e os registros do processo de desenvolvimento, permitiu avaliar como o processo de reengenharia e redesign pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades e competências, sobretudo para estudantes de Licenciatura em Computação, que podem exercer funções no âmbito da Computação e aprendizagem.

Os resultados indicam que o processo de reengenharia contribuiu positivamente para o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas dos estudantes. A construção de uma nova versão do jogo, validada pelos orientadores, evidencia não apenas a melhoria do artefato, mas também a evolução dos participantes ao longo do processo. Os estudantes demonstraram avanços na forma como avaliam mecânicas, organizam interfaces e refletem sobre o impacto de suas escolhas na experiência do jogador. Essa percepção é reforçada tanto pelas respostas dos próprios participantes quanto pela avaliação dos professores, que apontaram uma evolução na postura analítica dos estudantes ao longo do processo e no artefato final criado. Outro aspecto que se destacou foi a compreensão mais clara sobre o equilíbrio entre diversão e aprendizagem. Ao revisar e ajustar elementos do jogo, os estudantes passaram a perceber, na prática, como decisões de design podem favorecer ou dificultar a compreensão do conteúdo, o que indica um avanço na articulação entre objetivos pedagógicos e experiência do usuário, dados do Documento de Game design, proposta de interface no jogo e as discussões realizadas demonstram isso.

Por outro lado, também foram identificadas dificuldades, especialmente relacionadas ao design de interação e à criação de interfaces mais intuitivas. Esse resultado aparece de forma consistente entre as diferentes fontes de dados (auto avaliação, observação dos professores e relatos dos estudantes em reuniões) e sugere que essas competências ainda estão em desenvolvimento, reforçando a importância de trabalhá-las de forma mais sistemática na formação dos estudantes.

Esses achados reforçam o potencial do uso de projetos reais como estratégia pedagógica, especialmente no contexto do GDBL, ao promover a aplicação prática de conceitos teóricos de computação.

Nesse contexto, observa-se o desenvolvimento de habilidades relacionadas à organização e manutenção de código, uma vez que o processo de reengenharia exigiu dos estudantes a reestruturação do jogo existente, com a aplicação de boas práticas de programação, como modularização e princípios de Programação Orientada a Objetos. Esse processo contribuiu para a melhoria da qualidade do código e para a compreensão de como estruturar sistemas mais escaláveis e de fácil manutenção. As atividades realizadas ao longo da reengenharia auxiliaram no desenvolvimento de otimização de sistemas,

permitindo que os estudantes identificassem limitações no código e propusessem melhorias relacionadas tanto à performance, quanto à organização interna do software. Ademais, o processo de redesign contribuiu para o desenvolvimento de habilidades voltadas ao design e à usabilidade, levando os participantes a refletirem sobre aspectos como clareza visual, hierarquia de informações e experiência do usuário.

Por conseguinte, dentre as habilidades pedagógicas trabalhadas pelos estudantes, destacam-se:

- **Resolução de problemas:** durante o processo de reengenharia, problemas adversos foram identificados no sistema, incluindo *bugs* e questões de otimização presentes na versão antiga. Esses desafios demandaram análises para diagnosticar as causas-raiz e desenvolver soluções eficientes. Como resultado, os participantes aprimoraram suas habilidades de resolução de problemas, enfrentando situações adversas durante o processo e adaptando-se a imprevistos de maneira dinâmica. Esse processo também reforçou a capacidade de planejar e implementar estratégias de melhoria contínua, alinhadas tanto à funcionalidade do sistema quanto às expectativas dos jogadores.
- **Pensamento crítico:** enquanto ocorria a reestruturação do jogo, foi necessário avaliar cuidadosamente as soluções propostas para os problemas encontrados, levando em consideração não apenas os resultados imediatos, mas também o impacto a longo prazo no desempenho e na manutenção do sistema. Isso demandou análises detalhadas, comparação de abordagens e tomada de decisões embasadas.
- **Pensamento computacional:** a reestruturação do sistema exigiu a aplicação de técnicas de decomposição, reconhecimento de padrões e abstração [Wing 2006] para entender e reorganizar as funcionalidades existentes. Além disso, o desenvolvimento de novos algoritmos e a otimização de processos foram essenciais para garantir o funcionamento eficiente do sistema reformulado.

Ao longo do processo de reengenharia do jogo, foram enfrentados desafios relacionados às limitações da versão original do software e à complexidade de recriar um artefato educacional. Na refatoração, a ausência de uma documentação e a baixa padronização dos métodos dificultaram a compreensão da estrutura do sistema, exigindo mais esforço dos estudantes para identificar dependências e responsabilidades das funções. Por fim, realizar as mudanças poderia impactar nas mecânicas de aprendizagem, o que poderia comprometer no aprendizado dos jogadores, o que precisou de mais cuidado dos desenvolvedores ao equilibrar a diversão com os conteúdos educacionais do artefato. Podem ser apontadas como limitações do estudo que a recriação do software foi feita por apenas dois estudantes, o que limita a generalização dos dados para outros contextos. Além disso, a avaliação dos impactos do processo de recriação baseou-se em dados qualitativos, obtidos por meio de entrevistas e formulários de autoavaliação, resultando em percepções subjetivas dos desenvolvedores.

## 5. Considerações Finais

Para que um discente desenvolva suas habilidades computacionais, é essencial criar sistemas ou ferramentas que o apoiem na construção ativa do aprendizado. Essas

soluções devem considerar a importância das habilidades cognitivas, fundamentais para o desenvolvimento de habilidades técnicas e pedagógicas.

Este artigo apresenta como o processo de reengenharia de jogo educacional impactou no desenvolvimento de habilidades pedagógicas e computacionais dos estudantes envolvidos. O jogo, originalmente criado para auxiliar na aprendizagem de matrizes, foi desenvolvido por um estudante como parte de uma disciplina acadêmica. Devido ao contexto de prazos curtos e recursos limitados, o jogo apresentava *bugs*, código-fonte pouco estruturado e problemas na interface. A aplicação das técnicas de refatoração e redesign promoveu o aprendizado prático de conceitos fundamentais, como a modularização do código, que aprimorou a capacidade dos estudantes de projetar sistemas mais organizados e escaláveis. Essa prática permitiu a eles compreenderem a importância de dividir o código em módulos menores e independentes, facilitando tanto a manutenção quanto a legibilidade. Além disso, o uso de práticas de programação orientada a objetos, como encapsulamento e herança, desenvolveu habilidades essenciais para o desenvolvimento de software profissional.

Outras técnicas, como a revisão de mecânicas de jogo e o aprimoramento visual, proporcionaram aos estudantes a oportunidade de trabalhar em design centrado no usuário e usabilidade. Por meio dessas atividades, os participantes aprenderam a avaliar e implementar soluções que melhorassem a experiência do usuário, ao mesmo tempo, em que lidavam com desafios práticos relacionados à prototipagem, iteração e refinamento de sistemas. Assim, o estudo demonstra como o processo de reengenharia pode servir como uma ferramenta pedagógica promissora para capacitar discentes a desenvolverem habilidades aplicáveis tanto no desenvolvimento de jogos educacionais quanto em projetos computacionais adversos.

## Referências

- Aljedaani, W., Ghammam, A., Mkaouer, M. W., e Kessentini, M. (2024). From boring to boarding: Transforming refactoring education with game-based learning. In *Proceedings of the ACM/IEEE 8th International Workshop on Games and Software Engineering*, pages 20–27.
- Apiumhub (2024). Code refactoring techniques. Accessed: 2024-08-14.
- Bewer, N. e Gladkaya, M. (2022). Game development based approach for learning to program: a systematic literature review.
- Cavasin, A. M. e Dal Forno, M. H. (2021). Proposta de reengenharia de software da plataforma studiffar. *Anais do Encontro Anual de Tecnologia da Informação*, 10(1):72–72.
- Collective, D.-B. R. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher*, 32(1):5–8.
- Damasceno, H. e Bezerra, C. (2023). Ensino da prática de refatoração de test smells. In *Anais do XXXI Workshop sobre Educação em Computação*, pages 293–304, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Fowler, M. (1999). *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. Addison-Wesley.

- Fowler, M. (2018). *Refactoring: improving the design of existing code*. Addison-Wesley Professional.
- Honda, F., Pires, F., Pessoa, M., e de Oliveira, E. H. T. (2020). Lições aprendidas em computação através da criação de um jogo educacional: entre automatos e design de aprendizagem. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1753–1762. SBC.
- Laine, T. H. e Lindberg, R. S. (2020). Designing engaging games for education: A systematic literature review on game motivators and design principles. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4):804–821.
- Lee, D., Lin, D., Bezemer, C.-P., e Hassan, A. E. (2020). Building the perfect game—an empirical study of game modifications. *Empirical Software Engineering*, 25(4):2485–2518.
- Miguel, J., Macena, J., Harada, E., Pires, F., e Pessoa, M. (2025). A interface em jogo: uma análise da carga cognitiva em um jogo sobre estrutura de dados. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 999–1013. SBC.
- Papert, S. (1993). The children’s machine. *Technology Review-Manchester NH-*, 96:28–28.
- Portela, C., Nascimento, E., Moreira, A., e Costa, A. (2019). Reengenharia da interface de um jogo educativo usando princípios de design de interação e usabilidade. In *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 31–32, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Qian, M. e Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63:50–58.
- Souza, R., Mesquita, J., Sousa, F., Moraes, T., Paganucci, L., Guedes, B., Souza, L., Seabra, M., Santos, F., e Luiz, A. C. (2025). Interceptadores: lições aprendidas com o desenvolvimento de um jogo educacional de realidade virtual. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 106–117. SBC.
- Videnovik, M., Vold, T., Kiønig, L., Madevska Bogdanova, A., e Trajkovik, V. (2023). Game-based learning in computer science education: a scoping literature review. *International Journal of STEM Education*, 10(1):54.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Wu, B. e Wang, A. I. (2012). A guideline for game development-based learning: A literature review. *International Journal of Computer Games Technology*, 2012(1):103710.
- Zurawska, A. (2021). Game modifications (player communities). *Game Design & Development 2021*.