

## Gamificação Personalizada no Ensino de Programação: Relato de Experiência com Feedback Adaptativo

Patricia Diniz<sup>1</sup>, Bruno Merlin<sup>1</sup>, Heleno Fülber <sup>1</sup>, Carlos Portela<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada (PPCA) – Universidade Federal do Pará (UFPA) – 68464-000 – Tucuruí – Pará – Brasil

pdiniz10@gmail.com, brunomerlin@gmail.com

fulber@gmail.com, csp@ufpa.br

**Abstract.** *This study investigates the impact of personalized gamification in programming education by applying the HEXAD and GRSLSS models to identify student profiles and tailor activities accordingly. Two activities were conducted: "Duelo dos Animais", which covered programming logic, and a second task adjusted through adaptive feedback, introducing concepts of Object-Oriented Programming (OOP). The results show that personalization and feedback improved student engagement and academic performance, particularly for the Competitor and Free Spirit profiles. The study highlights challenges such as scalability and the integration of theory and practice, indicating the need for further research to expand its impact.*

**Resumo.** *Este estudo investiga o impacto da gamificação personalizada no ensino de programação, aplicando os modelos HEXAD e GRSLSS para identificar perfis de alunos e adaptar atividades. Duas atividades foram realizadas: 'Duelo dos Animais', que abordou lógica de programação, e uma segunda tarefa ajustada via feedback adaptativo, que introduziu conceitos de Programação Orientada a Objetos (POO). Os resultados mostram que a personalização e o feedback aprimoraram o engajamento e desempenho acadêmico, especialmente nos perfis Competidor e Espírito Livre. O estudo aponta desafios, como escalabilidade e integração entre teoria e prática, indicando a necessidade de novas investigações para ampliar seu impacto.*

### 1. Introdução

Na era digital, a integração entre tecnologia e educação tem impulsionado avanços no ensino de disciplinas complexas, como algoritmos e programação. Tecnologias educacionais, como plataformas interativas e ferramentas de análise de dados, permitem a implementação de estratégias personalizadas que atendem à diversidade de perfis e estilos de aprendizagem dos estudantes. Nesse contexto, a gamificação emerge como uma abordagem pedagógica eficaz, incorporando elementos como pontos, *rankings* e *feedback* em tempo real para promover maior engajamento no processo de aprendizagem [Deterding et al. 2011; Maskeliūnas et al. 2023].

Estratégias gamificadas personalizadas têm mostrado potencial no ensino de programação ao alinhar atividades às características individuais dos alunos. Este estudo utiliza modelos de perfis de aprendizagem e *feedback* adaptativo, que demonstraram impacto positivo no engajamento e no desempenho acadêmico [Kian et al. 2022; Polito

and Temperini. 2021; Awais et al. 2019; Maskeliūnas et al. 2023], para avaliar seus efeitos em um curso introdutório de programação.

Este artigo relata a aplicação de estratégias gamificadas personalizadas no ensino de programação em um curso introdutório. A Seção 2 apresenta o referencial teórico, abordando gamificação, personalização e *feedback* adaptativo. A Seção 3 descreve o contexto da pesquisa, incluindo participantes e perfis de aprendizagem. A Seção 4 detalha as atividades aplicadas e os resultados obtidos. Por fim, a Seção 5 discute as contribuições do estudo e propõe perspectivas para trabalhos futuros.

## 2. Referencial Teórico

Este estudo fundamenta-se em quatro modelos principais para a aplicação de gamificação e personalização no ensino de programação. Esses modelos fornecem a base teórica para a implementação das estratégias gamificadas adaptadas às necessidades dos alunos, promovendo maior engajamento e desempenho acadêmico.

### 2.1. Modelo de Werbach and Hunter (2012)

O modelo de [Werbach and Hunter 2012] organiza a gamificação em três camadas: mecânicas, dinâmicas e componentes, sendo esta uma estrutura amplamente aplicada para planejar atividades gamificadas no ambiente educacional. Essas camadas compreendem:

1. **Mecânicas de Jogo:** Regras, desafios e tarefas que estruturam o comportamento dos alunos em um ambiente de aprendizado gamificado.
2. **Dinâmicas:** As interações sociais e emocionais que emergem das mecânicas, estimulando a colaboração, competição e outras respostas emocionais.
3. **Componentes:** Os elementos visíveis e tangíveis da gamificação, como pontos, medalhas, *rankings*, tabelas de líderes e missões, que servem para materializar as mecânicas e dinâmicas, conectando os alunos ao sistema gamificado.

Essas camadas permitem que a gamificação seja organizada de forma a adaptar-se aos diferentes perfis de alunos, ajustando o progresso e as interações de acordo com suas necessidades. No presente estudo, essas camadas influenciaram a estruturação de atividades como o “Duelo dos Animais” que integrou desafios competitivos e narrativas personalizadas para estimular o engajamento.

### 2.2. Framework for Gamified Programming Education (FGPE)

*Framework for Gamified Programming Education* (FGPE), proposto por [Swacha et al. 2019], focaliza na personalização das atividades no ensino de programação. O FGPE adapta as tarefas e o *feedback* conforme o progresso e perfil dos alunos, incentivando o engajamento contínuo.

1. **Personalização das Tarefas:** As atividades são ajustadas com base no desempenho e nas motivações dos alunos.
2. **Recompensas e Feedback:** Elementos como distintivos, pontuações e *feedback* imediato promovem o progresso constante.

O FGPE é composto por três camadas: a organizacional (que estrutura os recursos educacionais), a de exercício (que define os requisitos e avaliação das atividades), e a de gamificação (que inclui narrativas, recompensas e *feedback*).

Essa estrutura foi aplicada nas atividades descritas no estudo, permitindo a personalização do conteúdo e o ajuste dos exercícios às motivações individuais dos alunos.

### 2.3. Modelos de Personalização

A personalização no ensino é essencial para atender às necessidades individuais dos alunos. Ambos os modelos utilizados, **HEXAD** e **GRSLSS**, são baseados na referência de [Kian et al. 2022], proporcionando uma abordagem integrada para adaptar as atividades aos perfis dos estudantes.

#### 2.3.1. Modelo HEXAD

O Modelo **HEXAD** organiza os alunos em seis perfis motivacionais, cada um refletindo motivações distintas em ambientes gamificados. Esses perfis incluem: **Colaborador**, motivado por interações sociais; **Espírito Livre**, que busca exploração e criatividade; **Realizador**, focado em conquistas e metas; **Filantrópico**, movido pelo desejo de ajudar os outros; **Competidor**, que valoriza competição e desafios; e **Disruptor**, interessado em inovação e mudança. Neste estudo, o **HEXAD** foi utilizado como base para o planejamento das atividades gamificadas, permitindo a personalização de tarefas e recompensas para maximizar a adequação às características e motivações específicas de cada grupo.

#### 2.3.2. Escala de Estilos de Aprendizagem de Grasha-Riechmann (GRSLSS)

A Escala de Estilos de Aprendizagem de Grasha-Riechmann (**GRSLSS**) classifica os alunos em seis tipos de estilos de aprendizagem, ajudando a personalizar ainda mais as atividades educacionais: **Participante** (Engajado e ativo); **Evitante** (Prefere evitar a participação e tende a ser mais passivo); **Independente** (Prefere aprender de forma autônoma); **Dependente** (Busca orientação constante); **Colaborativo** (Valoriza o trabalho em grupo) e **Competitivo** (Motivado por desafios e comparação com os outros).

A combinação desses modelos auxiliou na criação de estratégias personalizadas, otimizando o aprendizado por meio da adaptação das atividades às características dos alunos.

### 2.4. Modelo de Sistemas de *Feedback* Adaptativo

O Modelo de Awais Hassan et al. (2019) desenvolveram o Modelo de Sistemas de *Feedback* Adaptativo, que ajusta o *feedback* conforme o comportamento de aprendizagem dos alunos e promove melhorias no desempenho. O sistema é composto por três componentes:

1. **Determinante de Nível de Conceito:** Avalia a compreensão dos conceitos pelos alunos, identificando onde eles têm dificuldades e ajustando o *feedback* com base nisso.
2. **Examinador de Comportamento:** Mantém um perfil do aluno, rastreando suas preferências e engajamento, permitindo uma personalização mais precisa do *feedback*.
3. **Designer de Feedback:** Gera *feedback* personalizado com base no comportamento do aluno, sugerindo atividades e incentivos adequados.

No estudo, esse modelo fundamentou o processo de *feedback* adaptativo, aplicado após a primeira atividade, resultando na personalização da segunda tarefa. Esse sistema demonstrou ser eficaz para promover engajamento e desempenho.

### 3. Contexto da Experiência

#### 3.1. Participantes e Definição de Perfis

A pesquisa ocorreu em uma instituição federal no curso técnico de Informática, na disciplina de Linguagem de Programação. Participaram 35 alunos, com idades entre 16 e 18 anos, sendo 12 mulheres e 23 homens, distribuídos em dois turnos: 20 pela manhã e 15 à tarde.

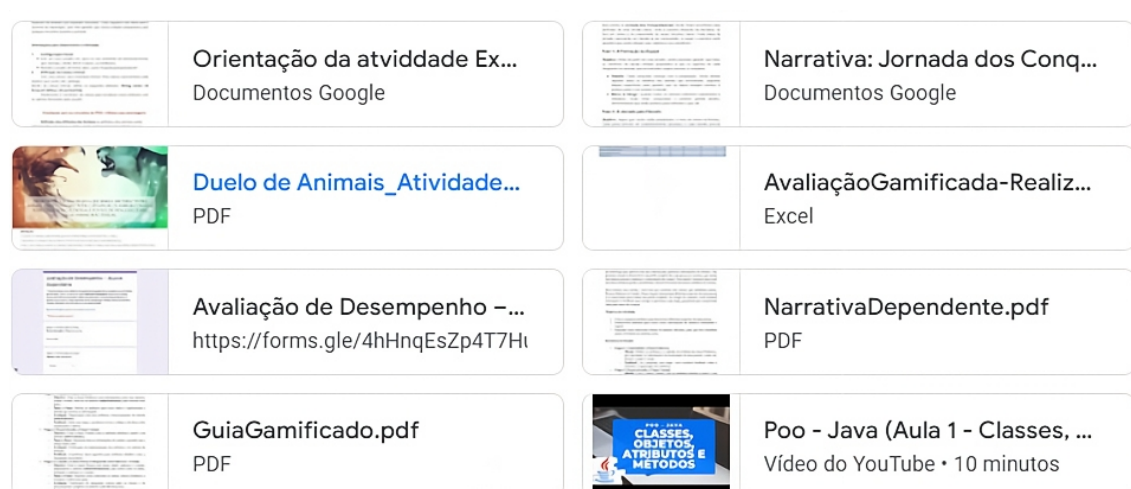
Para a definição dos perfis, os questionários **HEXAD** e **GRSLSS** foram aplicados via Google Forms. A análise dos resultados classificou os alunos em quatro perfis principais: **4 competidores**, **6 dependentes**, **2 espíritos livres** e os demais **colaboradores**. Esses perfis foram utilizados para personalizar as atividades e ajustar as narrativas gamificadas, proporcionando um alinhamento com as motivações e estilos de aprendizagem de cada aluno.

Os formulários aplicados e os critérios de classificação estão disponíveis neste link: [<https://bit.ly/4ggQ40a>].

#### 3.2. Ambiente Personalizado

O Google Classroom foi utilizado para gerenciar as atividades gamificadas e fornecer *feedback* individual. A organização das tarefas seguiu a classificação dos perfis identificados pelos questionários HEXAD e GRSLSS, proporcionando ajustes personalizados nos desafios e nas estratégias de ensino.

A **Figura 1** apresenta a estrutura das atividades planejadas para o perfil **Dependente**, demonstrando como os recursos e as orientações foram adaptados para atender às necessidades desse grupo específico.



**Figura 1: Organização das atividades por perfil no Google Classroom.**

Os questionários aplicados via Google Forms também serviram como uma ferramenta contínua de coleta de percepções dos alunos, possibilitando a identificação de

dificuldades, motivações e o refinamento das atividades ao longo da aplicação. Essa abordagem garantiu um processo dinâmico de personalização, o que permite ajustes constantes para melhor atender às características individuais dos alunos, proporcionando maior engajamento e aprendizado.

#### 4. Descrição das Atividades

As atividades personalizadas foram baseadas no Modelo de [Werbach and Hunter 2012] e no *Framework for Gamified Programming Education* (FGPE), integrando estruturação e personalização conforme os perfis dos alunos.

O FGPE orientou a adaptação das atividades às motivações e estilos de aprendizagem, enquanto o modelo de [Werbach and Hunter 2012] organizou as tarefas em três camadas: (1) **Organizacional (Dinâmica)** – narrativas personalizadas para engajamento emocional; (2) **Exercício (Mecânica)** – regras e desafios técnicos ajustados aos estilos de aprendizagem; e (3) **Gamificação (Componentes)** – pontuações, *badges* e *feedback* imediato para engajamento contínuo.

Essa estrutura garantiu uma abordagem pedagógica coesa, proporciona que as atividades se alinhassem aos objetivos de ensino e às características individuais dos estudantes.

##### 4.1. Atividade Gamificada: Duelo dos Animais

###### (A) Objetivos

Introduzir conceitos básicos de lógica de programação, como estruturas condicionais e laços de repetição, por meio de uma narrativa gamificada que promove o engajamento dos alunos.

###### (B) Estrutura da Atividade

A atividade "Duelo dos Animais" foi dividida em duas fases, cada uma com objetivos específicos, personalizadas para os perfis de alunos previamente identificados.

1. **Fase 1: Cadastro e Exibição dos Animais** - (a) Os alunos criaram uma classe Animal em Java, com atributos como nome, tipo e características de combate (força, defesa, agilidade); (b) Implementaram funções para cadastrar múltiplos animais em *arrays* ou matrizes e exibir os dados; e (c) O objetivo foi explorar conceitos de manipulação de matrizes, estruturação de dados e lógica de programação.
2. **Fase 2: Simulação do Duelo**- (a) Usando os animais cadastrados na Fase 1, os alunos desenvolveram uma lógica de combate com condições e laços e (b) O desafio foi calcular os resultados dos duelos com base nos atributos dos animais, aplicando lógica condicional e iteração.

###### (C) Processo de *Feedback* imediato

Após a conclusão da **Fase 1**, os códigos submetidos no Google Classroom foram analisados e *feedbacks* personalizados foram fornecidos para cada aluno. Esse processo incluiu correções, sugestões de otimização e ajustes na lógica do código, proporciona um alinhamento com os objetivos pedagógicos da atividade.

###### (D) Narrativas e Adaptações

Cada perfil de aluno foi associado a uma narrativa personalizada, acompanhada de orientações específicas, garantido que as motivações individuais fossem respeitadas. O **Quadro 1** apresenta as narrativas e instruções ajustadas para cada perfil:

**Quadro 1: Narrativas e Orientações por perfil de aluno.**

Perfil de aluno	Narrativa	Orientações
<b>Espírito Livre</b>	<b>Expedição dos Exploradores:</b> Jornada para catalogar espécies raras, com desafios de inovação e estratégia.	Escolher ambiente de desenvolvimento, usar <i>arrays</i> /matrizes e implementar lógica de combate criativa.
<b>Dependente</b>	<b>Jornada dos Conquistadores:</b> Sucesso baseado em disciplina e execução precisa das instruções.	Utilizar <i>arrays</i> bidimensionais ou classes Java, validar entradas e seguir orientações para completar a lógica de combate.
<b>Competidor</b>	<b>Missão dos Inovadores:</b> Criar registros e lógica de combate inovadora, competindo por eficiência.	Definir tempo limite, otimizar código e comparar desempenho com outros grupos para maximizar eficiência.
<b>Colaborador</b>	<b>Missão Biodiversidade:</b> Trabalho em equipe para catalogar espécies e desenvolver estratégias de defesa.	Dividir tarefas, priorizar colaboração e otimizar a lógica de combate para estratégias coletivas eficazes.

O **Quadro 1** ilustra como as atividades foram adaptadas para atender às necessidades específicas de cada perfil, proporcionando um aprendizado personalizado e eficaz. Essa abordagem garantiu que todos os alunos se sentissem engajados, independentemente de seu estilo de aprendizagem, fortalecendo sua motivação e desempenho ao longo das atividades.

#### 4.1.1. Resultados Coletados

Após a conclusão da atividade, os alunos responderam a um questionário específico, disponibilizado pelo Google Forms, conforme o perfil identificado. As perguntas foram elaboradas para avaliar as dificuldades enfrentadas, a clareza das orientações e o impacto das narrativas utilizadas. Os formulários completos podem ser acessados neste link: [\[https://bit.ly/3VFJzf5\]](https://bit.ly/3VFJzf5).

Os dados coletados na atividade inicial destacaram desafios e percepções únicas de cada perfil de aluno. O **Quadro 2** apresenta uma síntese dos resultados, indicando as principais dificuldades, pontos fortes e ajustes previstos para as próximas atividades.

**Quadro 2: Resultados e Ajustes Planejados por Perfil.**

Perfil de Aluno	Dificuldades Identificadas	Pontos Fortes Observados	Ajustes Planejados
<b>Competidor</b>	Falta de tempo, alta complexidade e poucas soluções criativas.	Motivação competitiva e esforço contínuo.	Ajuste no tempo, redução da complexidade inicial e <i>feedback</i> imediato.
<b>Dependente</b>	Dificuldades em lógica e compreensão de enunciados.	Segue bem as orientações e valoriza <i>feedbacks</i> .	Explicações detalhadas, exemplos práticos e simplificação inicial.
<b>Espírito Livre</b>	Gestão de tempo limitada e barreiras técnicas.	Autonomia crescente e criatividade em soluções.	Mais tempo, simplificação técnica e atividades flexíveis.
<b>Colaborador</b>	Comunicação e organização deficientes em grupo..	Boa colaboração quando estrutura é clara.	Prazos ampliados e dinâmicas guiadas para integração.

#### 4. Feedback Adaptativo

O *feedback* adaptativo ajustou as atividades futuras com base no desempenho e nas percepções dos alunos conforme descrito no **Quadro 2**. Essa abordagem personalizou o suporte e promoveu maior engajamento e aprendizado, seguindo os três componentes do Modelo de Sistemas de *Feedback* Adaptativo [Awais Hassan et al. 2019]:

- 1. Determinação do Nível de Conceito:** Avaliou o desempenho técnico dos alunos, identificando pontos fortes e dificuldades, como lógica de programação e solução de problemas.
- 2. Examinador de Comportamento:** Analisou dados qualitativos para verificar se o perfil inicial ainda era adequado, considerando motivação, frustração e nível de desafio.
- 3. Designer de Feedback:** Gerou orientações personalizadas, ajustando a dificuldade e os objetivos das próximas atividades.

As atividades descritas no **Quadro 3**, desenvolvidas em Java com conceitos iniciais de POO, foram personalizadas para os perfis Competidor, Dependente, Espírito Livre e Colaborador. Baseadas no *feedback* adaptativo da Atividade “Duelo de Animais”, as tarefas foram ajustadas para atender às motivações e estilos de aprendizagem de cada perfil, integrando personalização e gamificação.

**Quadro 3: Atividades Planejadas por Perfil após Feedback Adaptativo**

Perfil	Dificuldades Identificadas na Atividade 1	Adaptações Realizadas para Atividade 2 (POO)	Atividade de POO Planejada
--------	---	--	----------------------------

<b>Competidor</b>	Falta de tempo e desafios criativos limitados.	Ajuste de prazos e inclusão de métricas competitivas.	<b>Torneio de Jogadores:</b> Ranking com desafios de código em níveis crescente.
<b>Dependente</b>	Dificuldade em lógica e enunciados complexos.	Redução da complexidade e inclusão de exemplos práticos detalhados.	<b>Classes Simples:</b> Modelagem de Pessoa, Endereço e Contato com roteiros detalhados.
<b>Espírito Livre</b>	Barreiras técnicas para criatividade e gestão de tempo	Maior flexibilidade e simplificação técnica.	<b>Biblioteca Digital:</b> Catálogo de livros com opções de personalização.
<b>Colaborador</b>	Comunicação e gestão de tempo deficientes.	Prazos ampliados e dinâmicas para interação.	<b>DOJO Locadora:</b> Trabalho em equipe com papéis rotativos e integração de classes.

## 5. Resultados e Discussão

Esta seção analisa o desempenho dos alunos nas Atividades 1 e 2, destacando o impacto do feedback adaptativo e da personalização das estratégias gamificadas sobre as pontuações (0 a 5), com base nos diferentes perfis de alunos.

### 5.1. Desempenho por Perfil

Os resultados apresentados no **Quadro 4** demonstram uma evolução consistente no desempenho dos alunos. O perfil **Competidor** apresentou o maior aumento relativo, destacando-se como o mais beneficiado pelas adaptações realizadas.

**Quadro 4. Médias de Desempenho por Perfil nas Atividades**

Perfil	Atividade 1	Atividade 2
Colaborador	4,1	4,5
Competidor	2,8	4,6
Dependente	4,4	4,5
Espírito livre	3,5	4,5

O progresso do perfil **Competidor** (2,8 para 4,6) demonstra a eficácia de desafios competitivos aliados ao *feedback* adaptativo, conforme apontado por [Figueiredo and García-Peñalvo. 2020], que destacam os sistemas adaptativos como promotores de motivação e engajamento. Da mesma forma, a melhoria do perfil **Espírito Livre** (3,5 para 4,5) reforça a eficácia de tarefas voltadas à exploração criativa, alinhando-se aos achados



de [Mellado-Silva et al. 2021], que enfatizam a aprendizagem adaptativa na evolução das habilidades computacionais

Para o perfil **Dependente**, a pequena melhoria (4,4 para 4,5) ressalta a importância de instruções detalhadas e suporte contínuo, em conformidade com [Maskeliūnas et al. 2023], que destacam a necessidade de adaptações em tempo real para aprimorar a experiência de aprendizado. O perfil **Colaborador** (4,1 para 4,5) obteve ganhos com estratégias estruturadas e prazos ajustados, reforçando a eficiência das abordagens gamificadas para engajamento sustentável [Swacha et al. 2019].

## 5.2. Relevância dos Resultados na Literatura

### Personalização de Atividades

A personalização das atividades, fundamentada no **Framework FGPE** e no modelo de Werbach and Hunter (2012), foi determinante para atender à diversidade de perfis. Conforme [Maskeliūnas et al. 2023], algoritmos adaptativos que ajustam a dificuldade das tarefas maximizam o engajamento e o desempenho acadêmico. Além disso, [Ioana Ghergulescu et al. 2019] apontam que a personalização melhora a satisfação e retenção nos cursos de programação.

A evolução do perfil **Espírito Livre** reforça a eficácia de abordagens adaptativas, alinhando-se às descobertas de [Chalermsook and Anutariya. 2022] sobre retenção em disciplinas técnicas. [Swacha et al. 2019] destacam ainda a importância de estruturas gamificadas padronizadas para escalabilidade e reutilização eficiente de conteúdo.

### Feedback Adaptativo

O *feedback* adaptativo foi essencial para identificar dificuldades específicas e ajustar as atividades aos diferentes perfis, promovendo melhorias expressivas. [Maskeliūnas et al. 2023] destacam que ajustes em tempo real amplificam o engajamento e a eficiência no aprendizado. Essa abordagem revelou-se particularmente eficaz para o perfil **Competidor**, que respondeu positivamente a ajustes dinâmicos, em sintonia com os achados de [Figueiredo and García-Peñalvo. 2020]. [Jemmali et al. 2022] reforçam a importância de adaptações dinâmicas na dificuldade das tarefas para maximizar o impacto das estratégias gamificadas.

### Engajamento e Diversidade de Perfis

Os resultados demonstram a relevância de estratégias adaptativas para engajar perfis variados. Elementos competitivos e *feedbacks* rápidos foram decisivos para o perfil **Competidor**, conforme [Chalermsook and Anutariya. 2022], enquanto **dinâmicas colaborativas estruturadas** mostraram-se mais eficazes para o perfil **Colaborador**, como destacado por [Rodrigues et al. 2024]. Além disso, [Swacha et al. 2019] indicam que a combinação de atividades personalizadas e competitivas pode amplificar a motivação intrínseca em contextos desafiadores.

## 6. Conclusão

Este estudo analisou a aplicação de estratégias gamificadas personalizadas no ensino de programação, demonstrando a influência positiva dos modelos de Werbach and Hunter (2012) e FGPE. A personalização das atividades, fundamentada nos perfis HEXAD e

GRSLSS, contribuiu para o aumento do engajamento e aprimoramento da aprendizagem dos alunos.

Os resultados destacam o impacto do *feedback* adaptativo na evolução acadêmica dos estudantes. O perfil **Competidor** apresentou avanços expressivos, o que evidencia a relevância dos desafios competitivos e do *feedback* imediato. O perfil **Espírito Livre** se beneficiou de atividades que estimularam a criatividade e a autonomia. Essas evidências reforçam a importância da personalização no ensino gamificado, o que possibilita a adaptação das tarefas às necessidades individuais dos alunos.

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações devem ser consideradas. O estudo foi conduzido em um ambiente não controlado, o que pode ter gerado interferências externas, como diferenças na infraestrutura tecnológica e no suporte recebido pelos alunos. Além disso, a metodologia se apresentou eficaz em um grupo pequeno de estudantes, mas sua implementação em turmas maiores exige investigações adicionais, especialmente com o uso de ferramentas automatizadas para personalização e suporte individualizado. Também se identificou a necessidade de fortalecer a conexão entre teoria e prática, garantindo que os alunos compreendam a aplicação dos conceitos abordados.

A contribuição deste trabalho reside na demonstração de que estratégias gamificadas personalizadas atendem às necessidades de diferentes perfis de estudantes, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, como colaboração, inovação e autonomia. Esses achados reforçam o potencial da gamificação no aprimoramento da experiência educacional em programação e sua contribuição para o engajamento e a retenção dos alunos.

Para pesquisas futuras, sugere-se expandir a metodologia para diferentes contextos educacionais e explorar sua aplicação em outras áreas do conhecimento. A adoção de tecnologias avançadas, como inteligência artificial para análise de perfis e ajustes dinâmicos, pode ampliar os benefícios da gamificação personalizada, o que favorece sua escalabilidade e aprimora sua eficácia em ambientes diversificados.

## Referências

- Awais, M., Habiba, U., Khalid, H., Shoaib, M. and Arshad, S. (2019) An adaptive feedback system to improve student performance based on collaborative behavior. \*IEEE Access\*, 7, 107171–107178. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2931565>.
- Chalermsook, K. and Anutariya, C. (2022) CareerVio: a platform for personalized collaborative and gamified software engineering MOOCs. \*2022 19th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2022)\*. <https://doi.org/10.1109/JCSSE54890.2022.9836240>.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. and Nacke, L. (2011) From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. \*Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments\*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
- Figueiredo, J. and García-Peñalvo, F. J. (2020) Intelligent tutoring systems approach to introductory programming courses. \*ACM International Conference Proceeding Series\*, 34–39. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436614>.

- Ghergulescu, I., Zhao, D., Muntean, G. M. and Muntean, C. H. (2019) Improving learning satisfaction in a programming course by using course-level personalisation with NEWTELP.
- Jemmali, C., El-Nasr, M. S. and Cooper, S. (2022) The effects of adaptive procedural levels on engagement and performance in an educational programming game. *\*ACM International Conference Proceeding Series\**. <https://doi.org/10.1145/3555858.3555892>.
- Kian, T. W., Sunar, M. S. and Su, G. E. (2022) The analysis of intrinsic game elements for undergraduates gamified platform based on learner type. *\*IEEE Access\**, 10, 120659–120679. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3218625>.
- Maskeliūnas, R., Damaševičius, R., Blažauskas, T., Swacha, J., Queirós, R. and Paiva, J. C. (2023) FGPE+: the mobile FGPE environment and the Pareto-optimized gamified programming exercise selection model—an empirical evaluation. *\*Computers\**, 12(7). <https://doi.org/10.3390/computers12070144>.
- Mellado-Silva, R., Figueroa, C. C., and Rodriguez, A. G. (2021). Learning object-oriented programming using adaptive educational software. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC, 2021-November*. <https://doi.org/10.1109/SCCC54552.2021.9650380>.
- Polito, G. and Temperini, M. (2021) A gamified web-based system for computer programming learning. *\*Computers and Education: Artificial Intelligence\**, 2. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100029>.
- Rodrigues, L., Palomino, P. T., Toda, A. M., Klock, A. C. T., Pessoa, M., Pereira, F. D., Oliveira, E. H. T., Oliveira, D. F., Cristea, A. I., Gasparini, I. and Isotani, S. (2024) How personalization affects motivation in gamified review assessments. *\*International Journal of Artificial Intelligence in Education\**, 34(2), 147–184. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00326-x>.
- Swacha, J., Queirós, R., Paiva, J. C. and Leal, J. P. (2019) Defining requirements for a gamified programming exercise format. *\*Procedia Computer Science\**, 159, 2502–2511. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.425>.
- Werbach, K. and Hunter, D. (2012) For the win. *\*Wharton Digital Press: Philadelphia\**.