

AIQuiz: Uma Ferramenta de Apoio à Gamificação Aprimorada com Inteligência Artificial de ChatBot

Elder de M. Rodrigues¹, Maicon Bernardino¹,
Idevana Rodrigues¹, Cristian T. F. Bandeira¹

¹Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Código Postal 97.546-550 - Alegrete - RS - Brasil

{elderrodrigues, ildevanarodrigues,
cristianbandeira.aluno}@unipampa.edu.br, bernardino@acm.org

Abstract. *Gamification applies game elements in non-game contexts to engage people. The creation of question and answer games, despite digital tools, requires educators to manually develop each question, a process that can be lengthy and exhausting. To address this, AIQuiz was developed. Using the ChatGPT API, this tool automatically creates questions and answers for quizzes. Moreover, the tool allows for the registration and scheduling of games, sending invitations via email, and generating rankings of results. When tested with computer science undergraduate instructors, the tool proved to be valuable, facilitating the design and execution of question and answer games.*

Resumo. *A gamificação aplica elementos de jogos em contextos não-jogáveis para engajar pessoas. A criação de jogos de perguntas e respostas, apesar das ferramentas digitais, exige que educadores desenvolvam manualmente cada questão, um processo que pode ser demorado e exaustivo. Para contornar isso, foi desenvolvida a AIQuiz. Com o uso da API do ChatGPT, essa ferramenta cria automaticamente perguntas e respostas para quizzes. Além disso, a ferramenta permite o cadastro e agendamento dos jogos, envio de convites por e-mail e geração de rankings dos resultados. Quando testada junto a professores de cursos de graduação em computação, a ferramenta demonstrou ser valiosa, facilitando a elaboração e condução de jogos de perguntas e respostas.*

1. Introdução

Nos últimos anos, muitos estudos têm focado em estratégias para tornar a aprendizagem mais envolvente e motivadora para os alunos [Hamari et al. 2014, Smiderle et al. 2020, Ferro 2021]. Uma abordagem em destaque é a gamificação [Sousa and Melo 2021, Deterding et al. 2011], que incorpora elementos e mecânicas de jogos em contextos educacionais não-jogáveis para aumentar o engajamento e motivação dos alunos [Kapp 2012]. Mecânicas como pontuação, desafios e recompensas tornam as atividades educacionais mais divertidas e envolventes.

Diversas ferramentas computadorizadas, como Duolingo [Duolingo 2023], Kahoot [Kahoot 2023] e Quizizz [Yan et al. 2018], foram desenvolvidas para gamificar a aprendizagem e facilitar o acesso online e divulgação de resultados. Duolingo foca no ensino de línguas, recompensando os alunos com pontos e adaptando-se ao ritmo de cada estudante. Kahoot e Quizizz, por outro lado, são ferramentas de quiz gamificado

aplicáveis a diversas áreas do conhecimento. Enquanto o Duolingo proporciona feedback imediato, Kahoot e Quizizz permitem testes personalizados. No entanto, a versão gratuita do Kahoot apresenta limitações quanto ao tamanho da turma e funcionalidades para os educadores. Esses tipos de ferramentas de gamificação oferecem benefícios no aprendizado e engajamento dos alunos [da Silva et al. 2022] [Wang and Tahir 2020]. No entanto, há poucas investigações sobre o tempo e esforço que os docentes investem para aprender a utilizar a ferramenta e para elaborar os jogos. Os professores, em todos os níveis educacionais, já têm diversas responsabilidades e uma carga horária elevada. Aprender uma ferramenta de gamificação e preparar perguntas pode aumentar essa carga. Algumas ferramentas, como o Kahoot, têm funções de IA para ajudar na criação de perguntas, mas são pagas e requerem assinatura adicional. O uso de IA para tarefas repetitivas não é novo, e ChatBots como Bard [Bard 2023] e ChatGPT [ChatGPT 2023], democratizaram o acesso a IAs conversacionais.

O ChatGPT, criado pela OpenAI, é um modelo de linguagem que gera respostas em linguagem natural para diversas entradas. Ele possui um amplo conhecimento sobre vários tópicos devido ao seu treinamento extensivo. Além de outras funcionalidades, o ChatGPT pode criar perguntas e respostas para diversos conteúdos, incluindo temas discutidos em sala de aula em diferentes níveis educacionais. Isso torna viável sua integração em ferramentas de gamificação baseadas em perguntas e respostas.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta open-source que apoia a criação e aplicação de jogos de perguntas e respostas. A ferramenta é integrada a um ChatBot conversacional, automatizando a elaboração de perguntas e respostas para os quizzes, com os docentes responsáveis pela revisão. A eficácia e efetividade da proposta foi avaliada inicialmente com docentes que aplicam gamificação em cursos de graduação.

O estudo está organizado como segue. A Seção 2 apresenta fundamentação teórica e os principais conceitos associados ao estudo. A Seção 3 apresenta algumas ferramentas para o suporte à gamificação. A Seção 4 apresenta os requisitos, as decisões do projeto e uma descrição das principais funcionalidades da ferramenta. Na Seção 5 é apresentada uma avaliação inicial da ferramenta e por fim, a Seção 6 relata as considerações finais do estudo.

2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Recentemente, vários estudos têm explorado a utilização da gamificação em salas de aula, assim como a criação e avaliação de ferramentas de apoio.

O estudo de [Ibáñez et al. 2014] avaliou a eficácia da gamificação no engajamento de estudantes de ciência da computação. Realizado com 60 alunos que utilizaram uma plataforma gamificada para aprender a programação em linguagem C. Através de pré e pós-testes e análise estatística, os resultados indicaram que a gamificação foi efetiva em engajar os estudantes e aprimorar a aprendizagem.

[Suresh et al. 2018] introduz um protótipo de sistema gamificado de perguntas e respostas visuais para crianças pequenas. Usando imagens para reforçar a aprendizagem, o sistema é projetado para crianças de cerca de 4 anos. O trabalho sugere que a abordagem é promissora e destaca a necessidade de avaliações futuras para entender sua aplicabilidade em diversas faixas etárias.

[Rahman et al. 2021] investiga a aplicação da gamificação no ensino online para potencializar a aprendizagem e engajamento dos alunos. Com base em dados coletados de 87 estudantes através de um questionário, foi observado que as atividades gamificadas aprimoram as habilidades de estudo e aumentam a motivação dos alunos, tornando o processo de aprendizado mais envolvente e gratificante.

Os estudos conduzidos por [Ibáñez et al. 2014], [Suresh et al. 2018] e [Rahman et al. 2021] fornecem insights valiosos sobre a eficácia da gamificação em diferentes contextos educacionais:

- **Engajamento do Aluno:** A gamificação pode aumentar significativamente o engajamento dos alunos, tornando as atividades de aprendizado mais interessantes e desafiadoras. Os elementos de jogos, como recompensas, competição saudável e conquistas, incentivam os alunos a participar ativamente das tarefas.
- **Motivação:** Os jogos frequentemente incorporam sistemas de recompensa, onde os alunos ganham pontos, distintivos ou prêmios por concluir tarefas. Isso pode motivar os alunos a trabalhar mais duro e superar desafios acadêmicos.
- **Aprendizado Ativo:** A gamificação promove a aprendizagem ativa, onde os alunos são incentivados a tomar decisões, resolver problemas e aplicar conceitos em situações do mundo real. Isso é mais eficaz do que métodos passivos de aprendizado.
- **Feedback Imediato:** Jogos educacionais frequentemente fornecem feedback imediato sobre o desempenho do aluno, permitindo que eles ajustem suas estratégias e melhorem continuamente.
- **Colaboração:** Jogos colaborativos podem incentivar a colaboração entre alunos, promovendo habilidades de trabalho em equipe e comunicação.
- **Aprendizado Personalizado:** A gamificação pode ser adaptada para atender às necessidades individuais de aprendizado dos alunos, permitindo que eles progridam no seu próprio ritmo.
- **Resolução de Problemas:** Jogos muitas vezes envolvem a resolução de quebra-cabeças e desafios, o que ajuda os alunos a desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.
- **Acompanhamento do Progresso:** Através de sistemas de gamificação, os educadores podem acompanhar o progresso dos alunos e identificar áreas onde eles podem precisar de apoio adicional.
- **Redução do Estresse:** A gamificação pode criar um ambiente de aprendizado menos estressante, onde os erros são encorajados como parte do processo de aprendizado.

Nossa proposta, diferentemente de estudos anteriores, utiliza a IA, especificamente através da ferramenta AIQuiz e da API ChatGPT, para automatizar a criação de quizzes, mitigando o tempo e esforço dispendidos pelos educadores. Esta inovação visa tornar a preparação de jogos de perguntas e respostas mais ágil e eficiente.

3. Ferramentas de Suporte a Gamificação

O estudo de [Spanier et al. 2021] propõe um esquema de classificação para gamificação em educação de Ciência da Computação, o qual identificou os seguintes gêneros: (i) Visualização de Ideias Abstratas (Visualization of Abstract Ideas - VAI); (ii) Exame Aprimorado (Enhanced Examination - EE), e; (iii) Engajamento Social e Colaborativo (Social and Collaborative Engagement - SCE).

Entre as ferramentas disponíveis para o suporte à gamificação podemos destacar alguns exemplos: • **Cosmo Game** [Kannappan et al. 2019] é um VAI projetado para ajudar os alunos a entender a mecânica por trás da estrutura de dados da lista encadeada. Pois visualizando listas encadeadas como pontes, o Cosmo Game torna os conceitos abstratos

de lista encadeada mais fáceis de entender; • **Sort Attack** [Yohannis and Prabowo 2015] é um jogo gráfico VAI altamente interativo criado para ajudar os alunos a visualizar e aprender a classificação complexa algoritmos e trabalhe os alunos através de uma implementação passo a passo de cada algoritmo; • **OneUp** [Dicheva et al. 2019] é um aplicativo EE de teste de estrutura de dados gamificado que utiliza distintivos e uma moeda visual para motivar os alunos estar engajado no aprendizado de estruturas de dados e melhorar as notas gerais dos alunos; • **Kahoot** [Barriales et al. 2020] é um aplicativo de questionário gamificado EE usado como um meio para os alunos aprenderem e interagirem com os conceitos de Estruturas de Dados e Algoritmos e influenciar significativamente o processo de aprendizagem de algoritmos introdutórios; • **Quizizz** [Yan et al. 2018] é uma plataforma EE online de aprendizagem baseada em jogos que permite aos educadores criar e disponibilizar questionários interativos para os alunos. Os questionários são projetados de forma divertida e envolvente, incorporando elementos de gamificação para motivar os alunos a participar ativamente; • **QuizWhizzer** [Hamid et al. 2022] é uma plataforma de aprendizado online que emprega gamificação para tornar a aprendizagem mais envolvente. O QuizWhizzer oferece ferramentas como criação de quizzes personalizados, pontuação em tempo real, ranking de jogadores e feedback imediato para estimular a interação ativa dos usuários; • **VR-ALGO** [Grivokostopoulou et al. 2016] é um SCE que utiliza realidade virtual (VR) para criar um ambiente de aprendizagem 3D. Alunos como avatares interagem com materiais e outros alunos, organizar aulas virtuais, fazer testes e realizar diversos exercícios; • **Into the Stack** [Zhang et al. 2020] é um SCE de jogo de cartas desenvolvido para demonstrar visualmente a funcionalidade do algoritmo LR Parsing; • **Duolingo** [Duolingo 2023] é uma plataforma online e aplicativo de aprendizado de idiomas que oferece cursos gratuitos em diversos idiomas. Utiliza jogos e métodos interativos para ensinar vocabulário, gramática e conversação. Além de sua abordagem divertida, permite aprendizado autônomo e no ritmo do usuário. O aplicativo também oferece prática de escrita, audição e fala, dando feedback imediato e pontuação para monitorar o progresso.

4. O Desenvolvimento da Ferramenta AIQuiz

Com o objetivo de definir as funcionalidades básicas de um ferramenta de gamificação para o ensino, realizamos uma pesquisa na literatura cinza ad hoc para avaliar um conjunto de requisitos de software, os quais são descritos a seguir no formato de **histórias de usuários (User Story - US)**:

- US01.** Como Professor, eu quero autenticar na ferramenta, para que eu possa gerenciar os questionários/quizzes das minhas turmas;
- US02.** Como Professor, eu quero criar questões (múltipla escolha ou verdadeiro/falso), para que eu possa configurar um questionário/quiz;
- US03.** Como Professor, eu quero criar questões do tipo arrastar e soltar, para que eu possa criar questões para testar o conhecimento prático dos participantes sobre conceitos e elementos relacionados à área. Como por exemplo:
 - i)** Correspondência de código-fonte: apresentar trechos de código e arrastar e soltar as linhas de código na ordem correta para executar uma determinada tarefa ou resolver um problema específico; **ii)** Mapeamento de diagramas: apresentar diagramas, e.g. diagramas de classes ou diagramas de fluxo, e arrastar e soltar as entidades ou elementos corretos para suas respectivas posições no diagrama; **iii)**

Organização de componentes: apresentar uma interface gráfica de usuário ou uma estrutura de diretórios de um projeto e arrastar e soltar os componentes corretos (botões, caixas de texto, arquivos, pastas etc.) para suas posições corretas; **iv**) Sequenciamento de etapas: apresentar um conjunto de etapas em uma determinada ordem e arrastar e soltar as etapas na sequência correta para executar uma tarefa ou alcançar um resultado desejado; **v**) Associação de conceitos: apresentar termos ou conceitos relacionados e arrastar e soltar as descrições corretas para cada termo ou conceito correspondente.

- US04.** Como Professor, eu quero que a ferramenta gere sugestões de questões e alternativas de respostas (certa e erradas) com base em materiais didáticos textuais, para que eu possa avaliar e adicionar as questões ao questionário/quiz;
- US05.** Como Professor, eu quero compartilhar o questionário/quiz (síncrono/assíncrono) formulado, para que os alunos possam respondê-lo;
- US06.** Como Aluno, eu quero responder ao questionário/quiz compartilhado, para que eu possa avaliar meus conhecimentos.
- US07.** Como Aluno, eu quero visualizar meu histórico de questionários/quizzes respondidos, para que eu possa avaliar meu desempenho e conhecimentos.

Com base na lista de requisitos de software básicos foram discutidas as **Decisões de Projeto (DD)** para o desenvolvimento da ferramenta AIQuiz. Desta forma, a seguir serão discutidas cada uma das DDs tomadas durante o processo de desenvolvimento da ferramenta, com o objetivo de atender às histórias de usuários descritos previamente.

- DD01. Ferramenta baseada na Web:** A fim de permitir maior flexibilidade e uso em diferentes plataformas, optamos por adotar uma solução baseada na Web para o desenvolvimento da solução;
- DD02. Arquitetura cliente-servidor:** Adotamos uma arquitetura cliente-servidor uma vez que ela traz vantagens como distribuição de carga, escalabilidade, modularidade, facilidade de manutenção, segurança e integração com diferentes plataformas. Essas vantagens tornam essa arquitetura uma escolha popular e eficaz para desenvolver sistemas de software robustos e escaláveis;
- DD03. Tecnologias de desenvolvimento:** Escolhemos as tecnologias PHP 8 (Version 8.2.7) com o framework Adianti usando o servidor de aplicação Apache (Version Apache 2.0 Handler) executado em um sistema operacional Linux (Version 5.15.0-76-generic #83 20.04.1-Ubuntu);
- DD04. Geração de questões e respostas com base em IA baseada em ChatBot:** Adotamos o uso de inteligência virtual com base em ChatBot, e.g. **ChatGPT** como modelo “text-davinci-003” e **Bard**, para a análise dos materiais didáticos (livros, capítulos de livros, apostilas, artigos, etc.) para a geração automática de questões e respostas (certa e erradas) (US04);
- DD05. Persistência dos dados:** Optamos por usar o banco de dados SQLite (Version 3) por sua simplicidade e atender as expectativas para um MVP;
- DD06. Modelo de Negócio:** modelo de *Software as a Service* (SaaS), em que nos responsabilizamos por fornecer toda a estrutura necessária à disponibilização do sistema, e o cliente utiliza o software como um serviço via Internet.

4.1. A Ferramenta AIQuiz

Para um docente usar a ferramenta, ele deve acessar o link pelo navegador, criar um cadastro com informações básicas como nome, e-mail, telefone e senha. Após o cadastro,

ele deve registrar as disciplinas em que utilizará a ferramenta, fornecendo um identificador (ID), que pode ser o código da disciplina, e o título da mesma.

Após o cadastro das disciplinas é possível elaborar um ou mais questionários (*quiz*) para cada disciplina cadastrada na ferramenta. Conforme pode ser visto na Figura 1, é necessário informar uma descrição do questionário, a quantidade de perguntas que a IA deve gerar para este questionário e a quantidade de alternativas de respostas.

Para criar perguntas no questionário da IA, é preciso informar o tema/conteúdo desejado. Com esses dados, ao clicar em "Elabore Perguntas (Figura 1)", a IA produz as questões baseadas nas informações fornecidas. A ferramenta permite criar perguntas com respostas únicas, múltiplas escolhas corretas e questões textuais, todas corrigidas automaticamente.

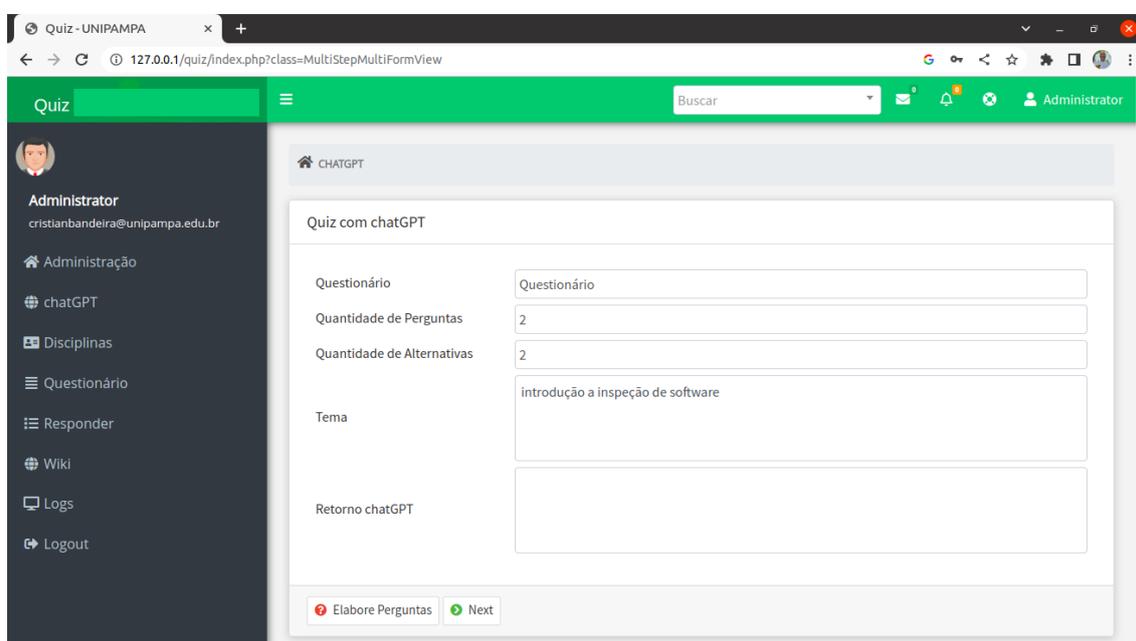


Figura 1. Tela de elaboração de *quiz*

Após a IA gerar as perguntas, a ferramenta mostra ao docente todas as questões e respostas para seleção. O docente decide quais são pertinentes para o jogo, pois, mesmo com a eficiência da IA, podem ocorrer erros, especialmente com conteúdos homônimos de diferentes áreas.

Erros nos dados usados para treinar a IA podem resultar em perguntas ou respostas incorretas. Por isso, é crucial que o docente revise e aprove as questões. Depois da aprovação, o questionário pode ser adicionado ao repositório de *quiz*.

No repositório da AIQuiz, questionários são armazenados e organizados por disciplina após a aprovação do docente. A ferramenta mostra uma lista de questionários com informações como ID, título, descrição, disciplina, data de criação e status de disponibilidade. Na interface, o usuário pode editar, excluir, visualizar perguntas, compartilhar o *quiz* por e-mail e até clonar o jogo, (Figura 2). É possível também agendar datas de disponibilidade, definir um tempo de resposta para as perguntas e configurar o *quiz* para ser respondido de maneira síncrona ou assíncrona.

No modo síncrono, o *quiz* é realizado ao mesmo tempo por todos em sala de aula, com o professor coordenando o processo. No modo assíncrono, o professor agenda o *quiz*, define um período para sua execução e tempo para cada pergunta. Os participantes são cadastrados e recebem um e-mail com o link e datas do *quiz*. Durante o período estipulado, eles acessam o *quiz* e respondem às perguntas dentro do tempo determinado para cada uma.

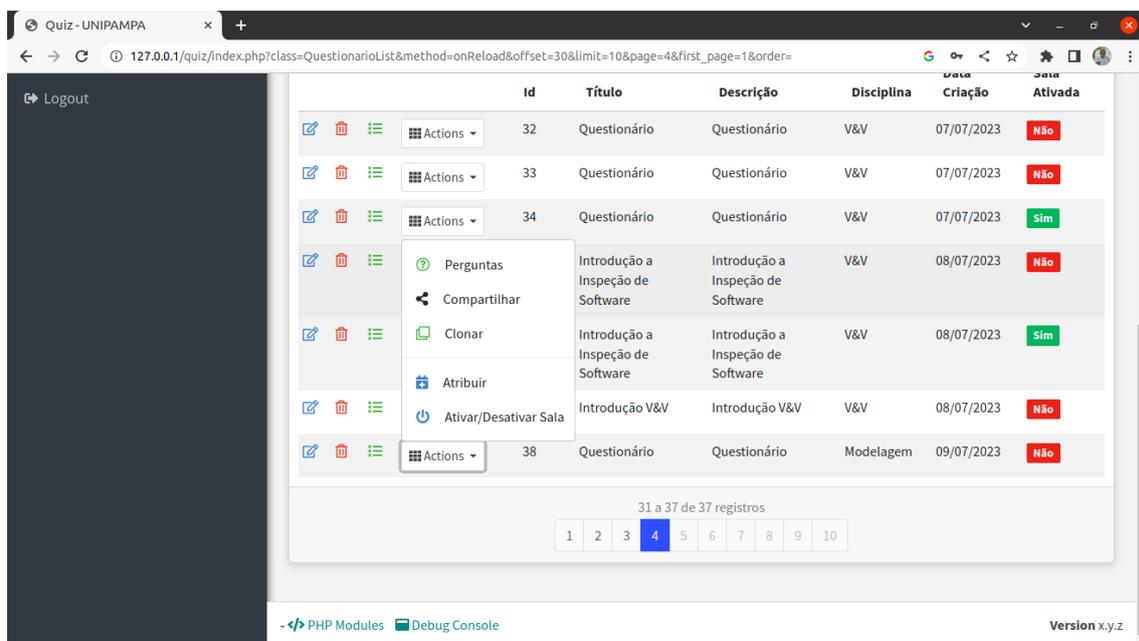


Figura 2. Tela de gestão do repositório

Após a realização do *quiz*, a ferramenta cria um ranking dos participantes baseado em seu desempenho. O docente vê em um *dashboard* o ranking completo, gráficos mostrando o número de acertos de cada aluno e percentuais de acertos e erros por pergunta. O desempenho da turma e de cada aluno em todos os *quizzes* da disciplina também é exibido. Para o participante, o *dashboard* mostra sua posição no ranking, uma tabela com seus acertos e erros, e ainda monitora e ranqueia seu desempenho em todos os *quizzes* de cada disciplina.

5. Avaliação Preliminar

A abordagem adotada nessa pesquisa foi de natureza qualitativa, de caráter descritivo e exploratório [Appolinario 2011]. O objetivo foi entender os benefícios e limitações da ferramenta AIQuiz e identificar sua relevância para os docentes. A avaliação envolveu docentes que usaram a AIQuiz para criar, oferecer e analisar *quizzes*. O destaque da AIQuiz é o uso de IA para gerar perguntas e respostas, e a pesquisa visou avaliar a utilidade e precisão destas do ponto de vista dos docentes. Docentes com experiência em usar *quiz* como ferramenta de gamificação foram selecionados através de amostragem por conveniência. Os 4 docentes escolhidos lecionam nos cursos de graduação em Ciência da Computação e Engenharia de Software e pós-graduação em Engenharia de Software de uma universidade. Eles concordaram por escrito em participar da pesquisa e assinaram um termo de consentimento¹. A avaliação envolveu uma entrevista semi-estruturada

¹O termo de consentimento e os formulários estão disponíveis: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8152850>

[Leitão 2021], sendo um pré-requisito que o docente já tivesse utilizado a ferramenta AI-Quiz. A avaliação começou com um formulário dividido em duas partes: o *background* do participante e a avaliação da ferramenta.

Na avaliação do *background*, três docentes atuam em cursos de graduação e pós-graduação e um docente atua apenas no ensino a nível de graduação. Todos já possuem experiência de gamificação, utilizando por exemplo o Kahoot, Rachacuca e Platelina como ferramentas de apoio. Na Figura 3-A09, quando perguntados “*Foi necessário corrigir as perguntas geradas pela ferramenta?*”, os respondentes disseram que 25% não precisaram corrigir e 75% informaram que precisaram corrigir. Daqueles que responderam A09 como afirmativo, “*Qual foi o esforço para corrigir as perguntas?*”, as respostas foram muito baixo para 66,7% e moderado 33,3% (Figura 3-A10).

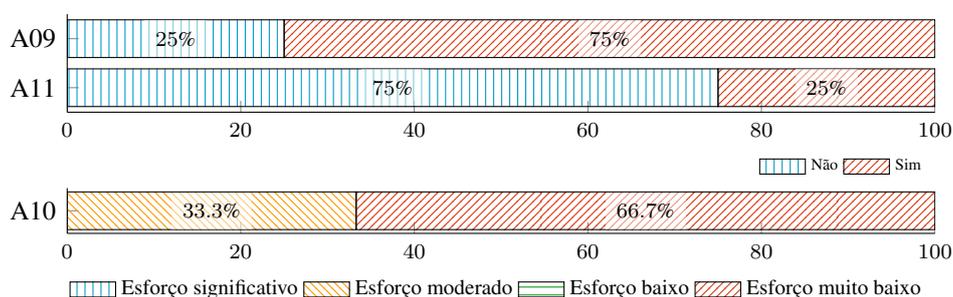


Figura 3. Análise das respostas dos participantes.

Quando perguntados “*Foi necessário corrigir as respostas geradas pela ferramenta?*”, 75% não precisam realizar qualquer alteração e 25% precisam realizar correções para melhorar a estrutura da pergunta, mas reforçaram que o esforço foi muito baixo (Figura 3-A11). Quando responderam a perguntas abertas sobre quão útil é a ferramenta para dar suporte a realização de *quizzes*, as respostas foram que a ferramenta é útil. No entanto um docente pontuou: “*...desde que o professor sempre revise o conteúdo gerado*”. Outro docente disse: “*... a ferramenta gerou opções muito similares das perguntas (apesar de serem diferentes), não explorou outros aspectos do tema sugerido*”. Como melhorias, foram sugeridas diversas alterações com o objetivo de se melhorar a usabilidade da ferramenta e a disponibilização de um *wizard* para guiar o professor na elaboração do Quiz.

6. Considerações Finais

Este trabalho apresentou a ferramenta AIQuiz, que tem por objetivo auxiliar educadores a integrar gamificação em seus métodos de ensino, mitigando a carga de preparar e analisar perguntas e respostas. A AIQuiz se utiliza de IA para criar e avaliar as questões, diminuindo consideravelmente o tempo e esforço dos docentes e ao mesmo tempo proporcionando uma experiência envolvente para os alunos.

A avaliação inicial da ferramenta com docentes revelou benefícios como a diminuição do tempo e esforço na criação de *quizzes* e análise automatizada dos resultados. A ferramenta ajuda a reconhecer áreas em que os alunos têm dificuldades e avaliar o desempenho geral da turma, sugerindo que pode ser um recurso valioso para o ambiente educacional. Embora a avaliação da AIQuiz tenha sido positiva, é necessário implementar melhorias. Avaliadores destacaram a necessidade de aprimorar a usabilidade, pois a ferramenta foi percebida como confusa. Além disso, atualmente, a AIQuiz não pode ser

treinada com novos conteúdos como *e-books* ou artigos em PDF. Adicionar essa capacidade melhoraria sua precisão e permitiria a criação de *quizzes* baseados em materiais compartilhados com os alunos.

Para trabalhos futuros, a ferramenta AIQuiz será aprimorada conforme as recomendações da avaliação e incorporará novas funcionalidades, como a criação de provas e trabalhos. Além disso, uma avaliação adicional será realizada com mais docentes de diferentes níveis de formação. Finalmente, serão coletadas opiniões dos alunos sobre as vantagens e desvantagens da ferramenta.

Referências

- Appolinario, F. (2011). *Metodologia da ciência: Filosofia e Prática da Pesquisa*. Cengage Learning; 2ª edição.
- Bard (2023). Try Bard, an AI experiment by Google. Disponível em <https://bard.google.com/?hl=en>. Acessado em 06/07/2023.
- Barriales, A. F., Paragulla, J. V., and Andrade-Arenas, L. (2020). Gamification as part of teaching and its influence on learning computational algorithms. In *World Conference on Engineering Education*, pages 1–4.
- ChatGPT (2023). ChatGPT.openIA. Disponível em <https://openai.com/blog/chatgpt>. Acessado em 06/07/2023.
- da Silva, R., Topolniak, L., Quadros, A. A., and dos Santos, S. d. F. (2022). Kahoot como proposta de ferramenta de gamificação no ambiente escolar. *Brazilian Journal of Development*, 8(2):11780–11794.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In *15th International Academic MindTrek Conference*, MindTrek ’11, pages 9—15, New York, NY, USA. ACM.
- Dicheva, D., Irwin, K., and Dichev, C. (2019). OneUp: Engaging Students in a Gamified Data Structures Course. In *ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 386—392, New York, NY, USA. ACM.
- Duolingo (2023). Duolingo. Disponível em <https://pt.duolingo.com/>. Acessado em 06/07/2023.
- Ferro, L. S. (2021). The game element and mechanic (gem) framework: A structural approach for implementing game elements and mechanics into game experiences. *Entertainment Computing*, 36:100375.
- Grivokostopoulou, F., Perikos, I., and Hatzilygeroudis, I. (2016). An Innovative Educational Environment Based on Virtual Reality and Gamification for Learning Search Algorithms. In *International Conference on Technology for Education*, pages 110–115.
- Hamari, J., Koivisto, J., and Sarsa, H. (2014). Does gamification work? – a literature review of empirical studies on gamification. In *Hawaii International Conference on System Sciences*, page 3025–3034, USA. IEEE Computer Society.
- Hamid, M. K. A., Ambikapathy, M., and Zanuddin, H. (2022). Gamification and student engagement during COVID-19: An analysis of “Quizwhizzer” application in virtual

- classes. *Journal of Media and Communication Research*, 2022(Special issue):113–121.
- Ibáñez, M.-B., Di-Serio, , and Delgado-Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(3):291–301.
- Kahoot (2023). Kahoot! - Learning games. Disponível em <https://kahoot.com/>. Acessado em 06/07/2023.
- Kannappan, V. T., Fernando, O. N. N., Chattopadhyay, A., Tan, X., Hong, J. Y. J., Seah, H. S., and Lye, H. E. (2019). La Petite Fee Cosmo: Learning Data Structures Through Game-Based Learning. In *International Conference on Cyberworlds*, pages 207–210.
- Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Leitão, C. (2021). *A entrevista como instrumento de pesquisa científica em Informática na Educação: planejamento, execução e análise*. SBC.
- Rahman, A. A., Abdullah, I. I., Talkis, N. A., Jamal, N. F., and Razak, S. A. (2021). Increasing Student’s Engagement in Study Skills Course via Gamification. In *International Conference on Artificial Intelligence and Data Sciences*, pages 1–6.
- Smiderle, R., Rigo, S. J., Marques, L. B., Peçanha de Miranda Coelho, J. A., and Jaques, P. A. (2020). The impact of gamification on students’ learning, engagement and behavior based on their personality traits. *Smart Learning Environments*, 7(1):3.
- Sousa, K. and Melo, L. (2021). Uma revisão sistemática do uso da gamificação no ensino de programação. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 440–450, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Spanier, A., Harms, S. W., and Hastings, J. (2021). A Classification Scheme for Gamification in Computer Science Education: Discovery of Foundational Gamification Genres in Data Structures Courses. In *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–9.
- Suresh, S., Nagaraj Rao, V., and Srinivasa, G. (2018). Gamification of a visual question answer system. In *International Conference on Technology for Education*, pages 41–44.
- Wang, A. I. and Tahir, R. (2020). The effect of using kahoot! for learning, a literature review. *Computers Education*, 149:103818.
- Yan, S., Zalika, and mei, S. Y. (2018). Implementing Quizizz as Game Based Learning in the Arabic Classroom. *European Journal of Social Science Education and Research*, 5(1):194—198.
- Yohannis, A. and Prabowo, Y. (2015). Sort Attack: Visualization and Gamification of Sorting Algorithm Learning. In *International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, pages 1–8.
- Zhang, Y., Dou, Y., Meng, X., Lai, Y., Lu, Y., and Wang, X. (2020). Gamification of LR Algorithm: Engaging Students by Playing in Compiler Principle Course. In *International Conference on Computer Science Education*, pages 396–400.