

Resolvendo problemas? Sem problemas!

Uma análise de ferramentas gamificadas com pontuação e ranqueamento no ensino de programação

Igor Ferreira¹, Pedro P. Wagner¹, Lucas S. Kupssinskü¹, Milene S. Silveira¹

¹Escola Politécnica – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Porto Alegre – RS – Brazil

{ferreira.igor, pedro.wagner00}@edu.pucrs.br

{lucas.kupssinsku, milene.silveira}@pucrs.br

Abstract. *Gamification techniques have proven to be effective in the context of programming education, both in terms of adoption and outcomes, by promoting performance, interaction, and engagement. As a result, gamified platforms designed for solving algorithm-related exercises have emerged in various styles and systems. This study aims to evaluate platforms that utilize gamification techniques through inspection and investigation methods, enabling the identification and highlighting of both positive and negative aspects of these tools from the perspectives of both students and teachers. This inspection allows a discussion and summary of the elements that make these tools appealing in an educational environment.*

Resumo. *Técnicas de gamificação para ensino de programação vêm se mostrando eficazes, promovendo melhoria de desempenho, interação e engajamento. Dessa forma, plataformas gamificadas com o objetivo de resolução de exercícios envolvendo algoritmos surgem em diferentes estilos e sistemas. Este trabalho constitui-se em promover avaliações, em plataformas com técnicas de gamificação, a partir de métodos de inspeção e de investigação, sendo possível identificar e apontar aspectos positivos e negativos dessas ferramentas, tanto na visão do aluno quanto na do professor, e permitindo, assim, uma discussão e sumarização dos pontos que fazem esse tipo de ferramenta ser atrativa no ambiente educacional.*

1. Introdução

A gamificação é uma técnica que utiliza elementos de design de jogos em contextos de não jogos [Deterding et al. 2011] que vem ganhando notoriedade nos últimos anos. Seja em setores bancários [Rodrigues et al. 2016], de saúde [Pereira et al. 2014] [Al-Rayes et al. 2022], marketing [Hofacker et al. 2016] ou turismo [Wei et al. 2023], a gamificação é usada como fator que fortalece o engajamento, potencializa mudança de comportamentos e auxilia na inovação [Caponetto et al. 2014, Zeybek and Saygı 2024].

No contexto de ensino de programação, os fatores de engajamento e motivação têm papel crucial no processo de aprendizado, uma vez que há uma variedade de pesquisas [Medeiros et al. 2019] evidenciando, principalmente, estudantes enfrentando dificuldades

na solução lógica dos exercícios propostos, na sintaxe da linguagem de programação utilizada e em aspectos relacionados à motivação e engajamento, fazendo com que haja uma grande desistência ainda no primeiro ano de curso [Gomes and Mendes 2014]. Sendo assim, a gamificação é uma alternativa promissora para aumentar o engajamento, motivação e minimizar a desistência dos estudantes [Kim 2013, Çeker and Özdaml 2017].

Para facilitar a aplicação da gamificação, alguns *frameworks* foram desenvolvidos. Dentre eles podemos destacar o *framework* Octalysis [Chou 2019], que propõe a divisão, em oito partes, dos fatores que engajam os humanos em certas atividades. Uma dessas partes é chamada de *Development and Accomplishment*, este está relacionado a fazer progresso, desenvolver habilidades e superar desafios. Elementos desse *core driver* são, por exemplo, *status points* e *leaderboards*, ou seja, pontos de progressão para um ranqueamento dos usuários a partir de certos critérios.

No contexto de ensino de programação, *status points* e *leaderboards* podem ser utilizados para estimular a resolução de exercícios e, consequentemente, o aprendizado [Echeverría and Pozo 1998]. No entanto, as plataformas que dão suporte a *status points* (sistema de pontuação), *leaderboards* (ranque) e outros elementos de gamificação nem sempre consideram os usuários que administram as atividades (usuário professor) e, também, os usuários que praticam tais atividades (usuário aluno).

Tendo isso em vista, o objetivo desse trabalho é analisar ferramentas que utilizam o sistema de pontuação e ranque para estimular e engajar alunos no contexto de ensino de programação, a fim de verificar possibilidades de aprimoramento. Para isso, foram avaliadas a plataforma Beecrowd¹ e uma plataforma criada para uso específico em uma disciplina de algoritmos, ambas desenvolvidas para aplicação e prática de atividades relacionadas à solução de exercícios com algoritmos.

O processo de avaliação foi realizado por meio de um método de inspeção de funcionalidades e um de investigação com usuários. Espera-se que os resultados possam apoiar a construção ou atualização de plataformas semelhantes que apoiem o ensino gamificado com menos problemas de uso, seja para o professor ou para o aluno.

As próximas seções deste artigo apresentam trabalhos relacionados, a metodologia seguida para a condução da pesquisa, os resultados obtidos e uma discussão sobre estes, além das considerações finais e de referências que apoiaram sua elaboração.

2. Trabalhos Relacionados

Há algumas pesquisas que corroboram a utilização do Beecrowd e outras ferramentas análogas a ela. [Cruz et al. 2022] propõem um plano de ensino com base em problemas disponibilizados na plataforma. Além disso, é discutida a relevância que plataformas com sistemas de gamificação têm para com a performance dos estudantes nos cursos acadêmicos, principalmente na área da computação, uma vez que, como focado na pesquisa e por [Tonin and Bez 2012], cada aluno pode possuir o seu jeito lógico e semântico no desenvolvimento dos algoritmos. Assim, com a dinâmica da plataforma, cada estudante pode ter o seu próprio ritmo, além de transformar os possíveis problemas em problemas práticos, tornando-os mais fáceis de resolver [Renkl 2014]. Os resultados de

¹<https://judge.Beecrowd.com>

[Cruz et al. 2022] indicam que o uso devido da plataforma levou a ganhos positivos no conhecimento e nas notas dos estudantes.

No trabalho de [Calderon et al. 2021], no contexto de ensino de programação, foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura. Nesse mapeamento, foram sumarizadas as principais metodologias ativas utilizadas pelos docentes a fim de facilitar o ensino. A pesquisa aponta pontos positivos sobre a adoção da gamificação, junto a plataformas que possuam essa metodologia ativa, principalmente ferramentas com foco na resolução de problemas. A pesquisa apresenta que a gamificação está presente em muitas das disciplinas de algoritmos, além de argumentar que essas ferramentas apoiam o estudante no engajamento, desempenho, interação e motivação na sala de aula.

Outros trabalhos utilizam o sistema de *Online Judge*, que é uma espécie de juiz [Wasik et al. 2018] que verifica, com diversos casos de teste, se a solução do usuário está correta ou não, com base em um código fornecido. É comum que, quando utilizado esse tipo de sistema, sejam disponibilizados casos de teste para que o usuário consiga entender melhor, de forma prática, o comportamento de *input* e *output* do exercício proposto.

O trabalho de [Zaffalon et al. 2022] reforça os benefícios da utilização de plataformas estilo *Online Judge*. Dessa forma, para uma melhor experiência na plataforma, a pesquisa propõe um sistema de recomendação para os exercícios disponíveis. O sistema foi avaliado sendo utilizado por estudantes, nos quais a maioria obteve mais respostas corretas comparadas às respostas erradas. Porém, junto a isso, a quantidade total de exercícios dos quais os estudantes preferiram não realizar foi bem semelhante à quantidade de exercícios com respostas corretas (136 exercícios corretos contra 133 exercícios não realizados). Uma das hipóteses feitas na pesquisa para responder a esse fenômeno foi a complexidade dos exercícios na plataforma, levantando um ponto a ser avaliado com mais atenção em um estudo da plataforma em si.

Já no trabalho de [Ribeiro et al. 2020], foi avaliado o *Online Judge* CodeBench², criado para auxiliar no processo de ensino na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Pesquisas quantitativas apontam que os estudantes que utilizaram a ferramenta obtiveram uma nota melhor na cadeira introdutória de algoritmos em relação aos alunos que não utilizaram. Junto a isso, pesquisas qualitativas mostram que a plataforma contribuiu para a aprendizagem dos alunos na disciplina. Porém, a plataforma está disponível apenas para o escopo da UFAM. Assim, não há uma forma direta para a inserção de problemas, criação de turmas, entre outros.

Há outros trabalhos com o foco na análise de ensino com técnicas de gamificação [Shorn 2018] e com a utilização de outros *Online Judge* [Kasahara et al. 2019]. Porém, nesses trabalhos, além de nem sempre utilizarem uma plataforma única com a disponibilidade de exercícios junto com elementos de gamificação em seu escopo, estão principalmente focados na análise da eficácia desses métodos e não no ambiente em que eles estão disponíveis. Entretanto, essa análise do ambiente no contexto de programação, mais especificamente na área de algoritmos, se torna importante devido à sua dificuldade na questão pedagógica, tanto do lado dos discentes quanto dos docentes [Garner et al. 2005]. Dessa forma, as ferramentas que auxiliam nessa tarefa devem ser estudadas para serem simples, intuitivas e pertinentes.

²<http://codebench.icomp.ufam.edu.br/>

3. Metodologia

O objetivo do trabalho é analisar ferramentas que utilizam o sistema de pontuação e ranque para estimular e engajar alunos no contexto de ensino de programação, a fim de verificar possibilidades de aprimoramento. O trabalho visa responder às seguintes perguntas:

- Q1: Quais elementos impactam positiva e negativamente na interação do usuário professor durante o uso das plataformas?
- Q2: Quais elementos impactam positiva e negativamente na interação do usuário aluno durante o uso das plataformas?
- Q3: Quais recomendações para a construção de plataformas semelhantes podem ser extraídas a partir das investigações com ambos os perfis de usuário?

3.1. Ferramentas analisadas

A plataforma **Beecrowd** é uma ferramenta estilo *Online Judge* brasileira focada na solução de problemas relacionados à computação de diversos tópicos, como, por exemplo, problemas envolvendo grafos, estruturas de dados, banco de dados, entre outros. A plataforma possui centenas de milhares de usuários e, também, centenas de universidades cadastradas; ou seja, o usuário pode informar, caso seja estudante, de qual universidade ele é. Assim, a plataforma consegue fazer um ranque universitário, calculando as estatísticas totais de todos os alunos. Na plataforma, também existem maratonas (*contest*) oficiais e privadas, nas quais os estudantes podem se cadastrar e resolver os problemas selecionados pelos organizadores da *contest*. Essas maratonas podem ter um número arbitrário de problemas e de duração total, havendo também um ranque apenas no escopo da *contest*. Dessa forma, na plataforma também existem problemas com o objetivo de treinar e aprimorar habilidades para esse tipo de competição.

A ferramenta criada especificamente para a disciplina de algoritmos (coloquialmente chamada pelos alunos de “**Clube**”) é uma plataforma análoga ao Beecrowd, porém há algumas diferenças entre elas. A primeira diferença é que ela foi projetada para ser restrita à disciplina de algoritmos da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), ou seja, com um sistema de ranque e uma coleção de problemas voltados para os estudantes das disciplinas iniciais de programação, sem concorrência fora desse escopo. A segunda diferença está na escolha dos problemas: uma parcela dos problemas ou não está disponível no Beecrowd ou está apresentada de uma maneira diferente. Essa diferença acontece provavelmente pelo fato de que os criadores da plataforma voltada para a disciplina estão familiarizados com o público-alvo da ferramenta, além do intuito dos enunciados e problemas serem, diferentemente do Beecrowd, exclusivamente educacionais. A terceira diferença é que essa plataforma não é estilo *Online Judge*, dessa forma o aluno não submete o código utilizado, mas sim a resposta gerada pelo código executado em seu ambiente de preferência. Por fim, a plataforma privada mantém, dentro da ferramenta, um repositório de materiais complementares que podem servir para auxiliar nas soluções dos problemas propostos. As diferenças sumarizadas estão dispostas na Tabela 1.

Escolhemos essas duas plataformas para o escopo do projeto pois, no caso do Beecrowd, é uma plataforma com uma boa quantidade de problemas e usuários que a utilizam, além de estar correlacionada com muitos trabalhos apresentados na seção 2. Em relação à escolha da plataforma da disciplina, a plataforma tem um escopo local focado

no aprendizado. Dessa forma, a plataforma se torna muito mais simples em comparação a outras plataformas, além de os problemas apresentados serem modelados com o foco nas dificuldades dos alunos. Assim, questões de acesso à plataforma e complexidade dos exercícios não são um empecilho, como mencionado em alguns dos trabalhos da seção 2.

Tabela 1. Principais diferenças entre as plataformas Beecrowd e Clube

Aspectos	Beecrowd	Clube
Escopo	Aberta ao público em geral	Restrita para os alunos da disciplina de algoritmos
Problemas	Focos diversos, como por exemplo, educacionais, treino para maratonas, entre outros	Foco principal restrito à educação, com enunciados atrativos e melhorar possíveis pontos fracos do aluno
Input/Output	Estilo Online Judge: O output é o código utilizado e a própria plataforma se encarrega dos inputs	O output é a resposta gerada pelo código do usuário executado localmente. O usuário se encarrega de passar o input para o código
Materiais	Não possui material complementar	Possui material complementar

3.2. Métodos utilizados

A fim de alcançar o objetivo do trabalho, dois métodos de avaliação foram aplicados nas plataformas: o primeiro por inspeção, utilizando o método inspeção de funcionalidades e o segundo por método de investigação, a partir de dados autorrelatados dos participantes, coletados a partir de entrevistas.

O método utilizado para avaliação das plataformas visando o perfil do usuário professor é uma **inspeção de funcionalidades**. Este método foca nas funções disponibilizadas em um software, listando sequências de funções usadas para concluir tarefas, verificando se existem longas sequências de passos, se há passos complicados ou não naturais para os usuários tentarem [Nielsen 1994, Aziz et al. 2021]. Em nosso contexto, o método foi aplicado a fim de comparar funcionalidades, além de identificar pontos que apoiam ou criam certos obstáculos de uso para o perfil de professor. A inspeção iniciou considerando o perfil de professor das disciplinas de programação; a partir disso, as tarefas - realizar cadastro, realizar login, fazer *upload* de um exercício, iniciar um torneio, editar o exercício de um torneio e encerrar um torneio - foram definidas. Para cada tarefa definida, os especialistas responderam três perguntas relacionadas aos seguintes tópicos: (1) disponibilidade (O recurso é facilmente acessível e utilizável quando necessário?); (2) compreensão (Para o propósito da tarefa, os recursos são facilmente compreendidos?); e, (3) utilidade (O recurso é eficiente na contribuição para a conclusão da tarefa?).

Como método de investigação, foi utilizado o método de entrevista com tópico de natureza exploratória, que consistiu em uma conversa guiada por perguntas ou tópicos

sem restrição sobre tipo ou tamanho de resposta, na qual o entrevistador quer obter informações expostas pelo entrevistado [Sellen and Nicol 1995] [Barbosa et al. 2021]. A entrevista foi de natureza estruturada, ou seja, com perguntas previamente definidas em uma ordem específica [Barbosa et al. 2021], e aplicada de forma assíncrona, mediada por computador, que nos garantiu conveniência e vantagens para o participante nas questões de anonimato, controle do relato, revisão e reflexão sobre as respostas antes do envio [Gibson 2019].

3.3. Participantes

O método de inspeção de funcionalidades foi aplicado por dois especialistas, um com formação em Ciência da Computação e outro com formação em Sistemas e Mídias Digitais, ambos cursando Mestrado na área de Computação. Um dos especialistas também tem experiência no ensino de Algoritmos com estudantes de semestres iniciais por meio de aulas e reforços, além de ter participado da criação da plataforma. O outro especialista possui experiência como monitor de disciplinas e orientador em oficinas de programação. O método de investigação, por sua vez, teve a participação de seis pessoas (elencados de P1 à P6) que contribuíram disponibilizando dados sobre seus pensamentos, opiniões e sentimentos relacionados ao uso das plataformas. Todos os participantes tinham uma faixa etária entre 18 e 24 anos, cinco deles alunos do curso de Ciência da Computação e um deles do curso de Ciência de Dados e Inteligência Artificial. Os participantes autodeclararam a familiaridade com as plataformas avaliadas neste estudo. Quanto à plataforma criada para a disciplina de algoritmos, cinco participantes declararam alta familiaridade e um participante declarou média familiaridade; em relação à plataforma Beecrowd, dois participantes declararam baixa familiaridade, três declararam média familiaridade e um declarou alta familiaridade.

Os participantes foram selecionados por conveniência, tendo como requisito familiaridade em ambas as plataformas; assim, bastava possuir experiência nas duas para poder contribuir com a pesquisa. Junto a isso, todos os participantes foram informados de antemão sobre os objetivos da pesquisa, os possíveis riscos, os benefícios envolvidos; todos também foram informados de que sua participação era voluntária, sem remuneração e que existia a possibilidade de recusar a participação a qualquer momento do estudo. Após serem informados, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, apoiado em projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade³.

4. Resultados

Os achados desta pesquisa podem ser categorizados a partir das distintas avaliações realizadas: achados da avaliação por inspeção e achados da avaliação por investigação.

Tendo em vista o **perfil de professor** e os aspectos de disponibilidade, compreensão e utilidade das plataformas avaliadas na inspeção, os especialistas apontaram que a atividade de realização de cadastro e a atividade de realização de *upload* de exercícios apoiam as necessidades do perfil em ambas as plataformas, disponibilizando essas funcionalidades de forma útil; porém, no Beecrowd o *upload* não é facilmente comprehensível por necessitar de acesso a uma plataforma externa para esse processo. Para a tarefa de

³Projeto Práticas (Inov)Ativas no Ensino de Computação - Número 74391423.0.0000.5336, aprovado pelo CEP/PUCRS.

Tabela 2. Representação dos resultados obtidos pelos especialistas sobre as funcionalidades da plataforma, no qual ‘n/a’ significa não se aplica.

Tarefas	Disponibilidade		Compreensibilidade		Utilidade	
	Bee.	Clube	Bee.	Clube	Bee.	Clube
Realizar cadastro	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Realizar Login	sim	não	sim	n/a	sim	n/a
Realizar upload exercício	sim	sim	não	sim	sim	sim
Iniciar torneio	sim	n/a	sim	n/a	sim	n/a
Editar exercício no torneio	não	sim	n/a	sim	n/a	sim
Encerrar torneio	sim	n/a	sim	n/a	sim	n/a

realização de login, a plataforma Beecrowd se mostra adequada nos três aspectos, enquanto a plataforma do clube não apresenta disponibilidade para realização do login, portanto, a comprehensibilidade e utilidade não se aplicam ao caso. A funcionalidade de iniciar um torneio foi considerada disponível, comprehensível e útil na plataforma Beecrowd, já a função de encerrar um torneio está disponível, é comprehensível mas não é útil em alguns cenários do contexto do professor, principalmente considerando as necessidades de torneios mais longos, já que a plataforma só permite que um torneio tenha no máximo cinco dias de duração. No Clube, essas funcionalidades não se aplicam, visto que a plataforma já é o torneio propriamente dito, ou seja, não há a possibilidade de criar múltiplos torneios, e isso pode dificultar o cenário de professores que têm mais de uma turma no mesmo período letivo. Por fim, no Beecrowd, a funcionalidade de editar um exercício no torneio se mostrou indisponível, e por consequência, não se aplicando a comprehensibilidade e utilidade, enquanto no clube, essa funcionalidade era disponível, comprehensível e útil. A Tabela 2 sumariza os dados desta avaliação.

Para o ponto de vista de estudantes, a avaliação por **investigação** contou com a participação dos seis usuários e foram identificados pontos da percepção e experiências destes, relacionados à usabilidade e funcionalidades das plataformas. Analisando os resultados da avaliação, é possível identificar pontos distintos entre as plataformas. Enquanto que, no contexto do Beecrowd, os pontos positivos comentados pelos alunos foram estética, sistema de login e captação do *input*; no contexto da plataforma do Clube, foram naveabilidade, intuitividade, objetividade e o sistema de ranque. A totalidade dos tópicos abordados foi sumarizada na Tabela 3.

Dessa forma, o Beecrowd possui um design mais elaborado e refinado em relação ao site do clube. Durante a entrevista, foi possível verificar a existência de um *trade-off* entre um design sofisticado com a intuitividade e naveabilidade da plataforma. Relatos como de P4 (“*O Beecrowd é mais bonito, mas a plataforma mais completa complica a página inicial para escolher os problemas. A estética mais trabalhada e com mais tela atrapalha a navegação pela plataforma*”) e o de P5 (“*...é um mérito do site do clube ser bem minimalista, reduzindo atrito entre pensar no que fazer e fazer. Era muito óbvio onde tudo estava...*””) apontam que, em alguns casos, a estética e o excesso de botões e telas podem trazer mais malefícios do que benefícios. Porém, a ausência da estética e do acabamento do site também é um tópico que não deve ser ignorado, tópico esse, inclusive, que foi um ponto citado por quatro dos seis participantes.

Tabela 3. Representação dos tópicos (linhas) abordados nas entrevistas com os usuários, no qual o ‘x’ na plataforma (coluna) significa preferência majoritária. Em caso em empate ambos são marcados.

Tópicos	Beecrowd	Plataforma da Disciplina
Navegabilidade		x
Intuitividade		x
Objetividade		x
Estética	x	
Credenciamento	x	
Login	x	
Complexidade exercícios	x	x
Submissão respostas	x	x
Sistema pontuação		x

Em questão sobre o sistema de login: as diversas formas para a realização do acesso à plataforma fazem com que seja mais fácil e rápido, corroborando com os relatos dos usuários como de P4 (“*O Beecrowd tem um sistema completo de login enquanto a plataforma do clube não tinha o sistema clássico de login*”) e de P3 (“*Poder fazer login com a conta do google ajuda muito*”).

O tópico sobre submissão das respostas não foi abordado pelos alunos de forma unilateral, os relatos apontaram que as diferentes maneiras de receber as respostas dos exercícios entre as plataformas impactam na liberdade que os alunos têm com as possibilidades de tais respostas, essa liberdade é desejada em determinados momentos, mas em outros é benéfico que haja algum direcionamento, como podemos ver no relato de P6 (“*Para alguém que está começando com algoritmos, é muito mais vantajoso ter o código como uma folha em branco para poder rabiscar e tentar achar a resposta mesmo que de forma não convencional e ineficiente*”). Outros depoimentos preferem o estilo de envio do Beecrowd como relatado por P4 (“*...enviar o código e ter o Beecrowd validando o funcionamento com vários casos me parece melhor para averiguar se o próprio código está bom do que apenas enviar a resposta para uma certa entrada*”). Da mesma forma que, para alguns entrevistados, isso não havia uma grande relevância como relatado por P5 (“*Como mencionei antes, a forma de input acho que não importa tanto...*”).

Outros pontos que foram abordados na entrevista foram a qualidade do ranque e a complexidade dos exercícios entre as plataformas. Ambos os tópicos foram mais favoráveis à ferramenta da disciplina, porém, analisando comentários como o de P5 (“*Sobre a adequação do nível dos problemas, o clube tinha a enorme vantagem do contato presencial. Isso tornava muito mais fácil acertar o nível dos problemas. O contato presencial também torna o ranking muito mais legal*”)) é possível concluir que isso não necessariamente diz respeito à escolha da plataforma, ou seja, pela perspectiva do aluno, independente da plataforma aderida, esse comportamento aconteceria com a utilização da ferramenta no contexto de sala de aula.

Nesse contexto, a avaliação feita pelos especialistas responde e considera o lado do professor ou elaborador dos exercícios. Na plataforma da disciplina, por ser uma

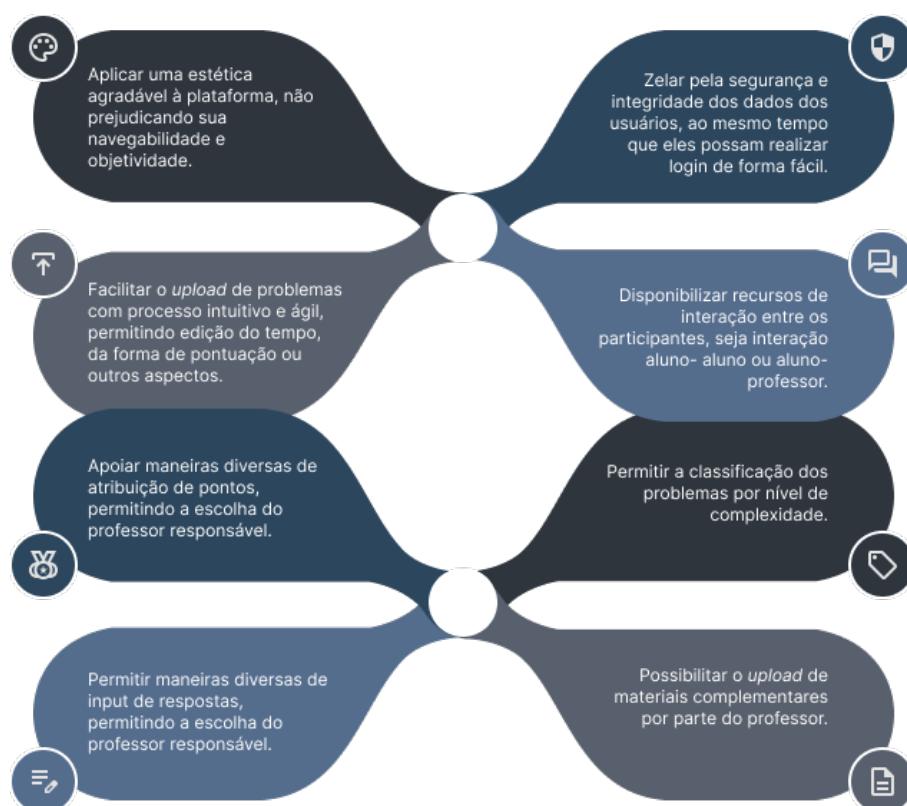


Figura 1. Compilação das recomendações para construção de plataformas.

ferramenta privada, havia uma liberdade nas escolhas de apresentação dos problemas e na escolha de submissão. A avaliação conclui que a adição de um determinado exercício na plataforma Beecrowd demanda um processo de análise do problema pelos mantenedores do próprio site, havendo a possibilidade de rejeição do enunciado proposto.

Esses aspectos da plataforma, na perspectiva do professor, podem prejudicá-lo, uma vez que a seleção e a submissão dos problemas devem ser feitas com uma certa antecedência. Porém, a elaboração de questões, em certos contextos, é dinâmica, isto é, a formação de questões focadas em dúvidas específicas da turma, por exemplo, é algo natural de acontecer. Dessa forma, esses fatores podem corroborar contra o fluxo do aprendizado em sala de aula. Ao mesmo tempo que, uma vez aceito o problema, é garantido que outro grupo de pessoas verificou todos os aspectos do exercício, garantindo que o enunciado está coeso e que as respostas estarão corretas, por exemplo. Assim, nesse tópico também há possíveis ganhos e perdas, dependendo do contexto do professor.

5. Discussão

A partir dos resultados obtidos nas duas avaliações, percebemos que certos aspectos das plataformas impactam diretamente no uso e na percepção de qualidade por parte dos usuários. Esses aspectos (Figura 1) são detalhados a seguir, e podem ser usados para a construção ou atualização de plataformas semelhantes, visando o avanço na qualidade tanto para o perfil professor quanto para o perfil aluno. Dessa forma, a partir dessa seção, também é possível responder a pergunta **Q3**.

5.1. Estética, naveabilidade e objetividade

Enquanto a estética se mostrou um fator considerado, relatos indicaram que os fatores de naveabilidade da plataforma devem ser intuitivos e objetivos. Portanto, deve-se aplicar uma estética agradável à plataforma, contanto que esta não prejudique sua naveabilidade e objetividade.

5.2. Credenciamento e Login

A possibilidade de fazer um credenciamento e um login através de plataformas já utilizadas pelo usuário, como, por exemplo, Google⁴, Github⁵, Gitlab⁶ ou outros, ajuda o usuário a usar a plataforma de forma fácil e segura; essa segurança também contribui para que não haja trapaças no sistema de pontuação do ranque. Portanto, recomenda-se que a segurança e a integridade dos dados e dos pontos dos participantes sejam zeladas, ao mesmo tempo em que seja possível realizar o credenciamento e login de forma rápida e fácil por meio de outras plataformas.

5.3. Manipulação de torneios e exercícios

Uma das plataformas analisadas apresentou uma forma de fazer *upload* de problemas para exercícios que necessitava de uma sequência extensa de passos, além do uso de uma página externa à plataforma. Em adição, a manipulação de torneios não se mostrou ajustável, ou seja, o professor precisava determinar previamente todo o torneio e todos os exercícios que seriam disponibilizados. Recomenda-se então que esse *upload* de problemas seja realizado de uma forma simples, com possibilidade de edição; ademais, a possibilidade de edição do próprio torneio se mostra útil, seja na edição do tempo, nos pontos determinados para cada exercício, ou de quais exercícios serão disponibilizados.

5.4. Suporte à interação entre os envolvidos

Os relatos dos alunos revelam que o contato presencial entre si e com a figura do professor ajudou na adequação dos níveis dos problemas de exercícios e deu suporte ao uso do ranque. Percebeu-se que o fator determinante do contato presencial para o contexto das plataformas é a interação entre os indivíduos envolvidos; portanto, visto que o contato presencial não diz respeito exclusivamente à plataforma utilizada, recomenda-se, então, que esse contato também seja possibilitado pela plataforma utilizada. Um chat, por exemplo, pode auxiliar os alunos a tirar dúvidas específicas dos problemas com o professor ou estimular a resolução das atividades através do ranque.

5.5. Pontuação e ranque

Acreditamos que cabe ao professor determinar que tipo de atribuição de pontos melhor se adequa à sua turma, impactando diretamente no ranque dos alunos. Sua vivência docente e sua percepção da turma podem demandar formas de pontuação distintas, dependendo do contexto. Recomenda-se, então, que a plataforma suporte diversas maneiras de atribuição de pontos, seja por pontuação regressiva a partir de dias determinados, seja uma pontuação somente via acerto ou erro, ou até mesmo pontuação a partir da qualidade ou velocidade da resposta.

⁴<https://www.google.com/>

⁵<https://github.com/>

⁶<https://about.gitlab.com/>

5.6. Complexidade de exercícios

O nível de complexidade dos exercícios propostos é um fator fundamental no engajamento e estímulo dos estudantes participantes das atividades; portanto, recomenda-se que a plataforma suporte a classificação dos problemas por nível de complexidade. Desta forma, os alunos conseguem ter uma noção mais clara do nível esperado em cada exercício.

5.7. Submissão de respostas

A maneira como os alunos podem inserir respostas para os problemas impacta diretamente nas possibilidades e na liberdade para tentar tais respostas. Acreditamos que o professor também deve ter a liberdade de perceber qual o nível da sua turma e determinar que tipo de resposta deve ser enviada pelos alunos e em quais exercícios esses tipos de resposta devem diferir. No contexto da computação, pode-se abrir espaço livre para código ou esperar apenas o resultado que o código obterá. Recomenda-se, então, que as plataformas suportem essa escolha pelo professor, dando a possibilidade de alterar essa definição caso seja necessário.

5.8. Disponibilização de materiais

A disponibilização de materiais ajuda no suporte ao aluno, principalmente em momentos nos quais a interação citada anteriormente não está disponível, seja em contextos de aulas remotas ou até mesmo quando o aluno realiza as atividades fora do ambiente estudantil. Recomenda-se, então, que as plataformas deem suporte à disponibilização de materiais complementares; essa disponibilização deve ser fácil para o professor realizar e fácil para o aluno acessar.

6. Considerações Finais

O ensino de programação possui desafios que a gamificação e as plataformas gamificadas têm potencial de ajudar, no entanto, esta ajuda é melhor aproveitada quando tais plataformas consideram, em sua construção, aspectos não apenas relacionados a suas funcionalidades, mas, também, a sua qualidade de uso e ao diferentes perfis de seus usuários.

Com base nas avaliações realizadas neste estudo, concluímos que ambas as plataformas possuem exemplos que podem ser seguidos, evitados ou repensados quando o objetivo é a construção de uma ferramenta que apoie o ensino de algoritmos de forma gamificada, útil e usável. Algumas implicações de tais aspectos são subjetivas e dão margem para diferentes interpretações; por esse motivo, as avaliações levam em consideração o contexto dos usuários, assim, temos um direcionamento dos impactos que as funcionalidades e os aspectos de usabilidade das plataformas têm sobre os perfis.

As avaliações, tanto as de inspeção quanto as de investigação, trouxeram subsídios para responder às perguntas de pesquisa propostas anteriormente. Quanto à **Q1** (Quais elementos impactam positiva e negativamente na interação do usuário professor durante o uso das plataformas?), o *upload* de exercícios personalizados de forma prática, a possível edição dos problemas e a permanência dos exercícios, juntamente com o ranque, de forma mais prolongada, são considerados os principais aspectos; conforme os itens consolidados na Tabela 2, resultados da avaliação por inspeção. Resposta para a **Q2** (Quais elementos impactam positiva e negativamente na interação do usuário aluno durante o uso

das plataformas?), a realização de cadastro e login, disponibilidade de exercícios customizados (tanto em enunciado quanto complexidade), sistema de pontuação, além de uma plataforma bonita, simples e fácil de navegar impactam a percepção dos usuários, como sumarizado na Tabela 3 e nos resultados da avaliação por investigação. Por fim, a Q3 (Quais recomendações para a construção de plataformas semelhantes podem ser extraídas a partir das investigações com ambos os perfis de usuário?) pode ser respondida pela discussão dos resultados, sumarizados na Figura 1.

Em questão de limitações da pesquisa, pode-se mencionar tanto o número de participantes presentes quanto o número de ferramentas analisadas. Optou-se por uma abordagem de cunho qualitativo, com um número pequeno de participantes a fim de se aprofundar a análise realizada. Destaca-se, também, neste sentido, a dificuldade de se ter participantes - do perfil desejado - com disponibilidade para a pesquisa. Além disto, para não exaurir os participantes, se decidiu pela comparação de apenas duas ferramentas.

Como avanços futuros para a pesquisa, percebemos que uma análise mais profunda e mais abrangente enriqueceria as recomendações. Essas análises ganham profundidade utilizando métodos de avaliação por investigação para os perfis de professores, por exemplo, aplicando questionários, entrevistas ou testes de usabilidade. Essas avaliações atitudinais com o perfil de professor podem testar as hipóteses levantadas pela avaliação por inspeção realizada neste estudo. As análises também ganham mais abrangência com a comparação de outras plataformas, expandindo as comparações e obtendo exemplos diferentes de aspectos aqui discutidos, por exemplo, a forma de responder a um exercício.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Al-Rayes, S., Al Yaqoub, F. A., Alfayez, A., Alsalmán, D., Alanezi, F., Alyousef, S., AlNujaidi, H., Al-Saif, A. K., Attar, R., Aljabri, D., et al. (2022). Gaming elements, applications, and challenges of gamification in healthcare. *Informatics in Medicine Unlocked*, 31:100974.
- Aziz, N. S., Sulaiman, N. S., Hassan, W. N. I. T. M., Zakaria, N. L., and Yaacob, A. (2021). A review of website measurement for website usability evaluation. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1874, page 012045. IOP Publishing.
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. d., Silveira, M. S., Gasparini, I., Darin, T., and Barbosa, G. D. J. (2021). Interação humano-computador e experiência do usuário. *Auto publicação*.
- Calderon, I., Silva, W., and Feitosa, E. (2021). Um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso de metodologias ativas durante o ensino de programação no brasil. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1152–1161.
- Caponetto, I., Earp, J., Ott, M., et al. (2014). Gamification and education: A literature review. In *European conference on games based learning*, volume 1, page 50.
- Çeker, E. and Özdaml, F. (2017). What “gamification” is and what it’s not. *European Journal of Contemporary Education*, 6(2):221–228.

- Chou, Y.-k. (2019). *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Packt Publishing Ltd.
- Cruz, A., Neto, C. S., Cruz, P., and Teixeira, M. (2022). Utilização da plataforma bee-crowd de maratona de programação como estratégia para o ensino de algoritmos. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 754–764.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, pages 9–15.
- Echeverría, M. d. P. P. and Pozo, J. I. (1998). *Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender*. Editora Penso.
- Garner, S., Haden, P., and Robins, A. V. (2005). My program is correct but it doesn't run: A preliminary investigation of novice programmers problems. In *Seventh Australasian Computing Education Conference (ACE 2005)*, volume 42, pages 173–180.
- Gibson, L. (2019). Digite sua resposta: gerando dados de entrevistas por e-mail. In *Coleta de dados qualitativos: Um guia prático para técnicas textuais, midiáticas e virtuais*. Editora Vozes.
- Gomes, A. and Mendes, A. (2014). A teacher's view about introductory programming teaching and learning: Difficulties, strategies and motivations. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, pages 1–8.
- Hofacker, C. F., De Ruyter, K., Lurie, N. H., Manchanda, P., and Donaldson, J. (2016). Gamification and mobile marketing effectiveness. *Journal of Interactive Marketing*, 34(1):25–36.
- Kasahara, R., Sakamoto, K., Washizaki, H., and Fukazawa, Y. (2019). Applying gamification to motivate students to write high-quality code in programming assignments. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 92–98.
- Kim, S. (2013). Recent advances in gamification application. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 5(13):93.
- Medeiros, R. P., Ramalho, G. L., and Falcão, T. P. (2019). A systematic literature review on teaching and learning introductory programming in higher education. *IEEE Transactions on Education*, 62(2):77–90.
- Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems*, pages 413–414.
- Pereira, P., Duarte, E., Rebelo, F., and Noriega, P. (2014). A review of gamification for health-related contexts. In *International conference of design, user experience, and usability*, pages 742–753.
- Renkl, A. (2014). Toward an instructionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38(1):1–37.
- Ribeiro, R. B. S., Carvalho, L. S. G., Oliveira, D. B. F., de Oliveira, E. H. T., and Pessoa, M. (2020). Investigação empírica sobre os efeitos da gamificação de um juiz online

- em uma disciplina de introdução à programação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28:461–490.
- Rodrigues, L. F., Oliveira, A., and Costa, C. J. (2016). Playing seriously—how gamification and social cues influence bank customers to use gamified e-business applications. *Computers in human behavior*, 63:392–407.
- Sellen, A. and Nicol, A. (1995). Building user-centered on-line help. In *Readings in Human–Computer Interaction*, pages 718–723. Elsevier.
- Shorn, S. P. (2018). Teaching computer programming using gamification. *Proceedings of the 14th International CDIO Conference*.
- Tonin, N. and Bez, J. L. (2012). Online judge: a new classroom tool for interactive learning. *Proceedings of the International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering*, pages 1–5.
- Wasik, S., Antczak, M., Badura, J., Laskowski, A., and Sternal, T. (2018). A survey on online judge systems and their applications. *ACM Computing Surveys*, 51(1):1–34.
- Wei, Z., Zhang, J., Huang, X., and Qiu, H. (2023). Can gamification improve the virtual reality tourism experience? analyzing the mediating role of tourism fatigue. *Tourism Management*, 96:104715.
- Zaffalon, F., Prisco, A., De Souza, R., Teixeira, D., Paes, W., Evald, P., Tonin, N., Devincenti, S., and Botelho, S. (2022). A recommender system of computer programming exercises based on student's multiple abilities and skills model. In *2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–8.
- Zeybek, N. and Saygı, E. (2024). Gamification in education: Why, where, when, and how?—a systematic review. *Games and Culture journal*, 19(2):237–264.