

Proposta Inicial de um Conjunto de Heurísticas para Avaliação de Sistemas Educacionais Gamificados

Otávio Felipe dos Santos Frezzato¹, Thiago Adriano Coleti², Pedro Henrique Dias Valle³

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Av. Alberto Carazzai – 86.300-000 – Cornélio Procópio – PR – Brasil

²Universidade Estadual do Norte do Paraná
Centro de Ciências Tecnológicas (CCT - UENP)
Rod. BR 369, Km. 54 – 86.360-000 – Bandeirantes – PR – Brasil

³Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas (ICE - UFJF)
Rua José Lourenço Kelmer – 36.036-330 – Juiz de Fora – MG – Brasil

otaviofrezzaato@gmail.com, thiago.coleti@uenp.edu.br

pedrohenrique.valle@ufjf.br

Resumo. *Nos últimos anos, diversas iniciativas têm sido propostas para motivar os alunos a aprender conteúdos educacionais e também para engajá-los nos processos de aprendizagem. Dentre elas, destaca-se a gamificação, que pode proporcionar diferentes benefícios, como motivação, engajamento, aprendizagem ativa, feedback imediato, colaboração e trabalho em equipe. Apesar disso, existem alguns efeitos negativos que a gamificação pode promover quando os sistemas educacionais gamificados são utilizados na prática sem possuírem boa qualidade. Portanto, é necessário utilizar mecanismos para avaliar a qualidade desses sistemas. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo propor um novo conjunto de heurísticas para avaliar os sistemas educacionais gamificados.*

Abstract. *In recent years, several initiatives have been proposed to motivate students to learn educational content and engage them in the learning process. Among them, gamification can provide several benefits, such as motivation, engagement, active learning, immediate feedback, collaboration, and teamwork. However, there are some negative effects that gamification can promote when gamified systems are used in practice without having good quality. Therefore, it is necessary to use mechanisms to evaluate the quality of these systems. In this sense, we propose a new set of heuristics to evaluate gamified educational systems.*

1. Introdução

Nos últimos anos, observou-se uma grande evolução no processo educacional [Valle et al. 2015]. Em particular, as instituições de ensino têm utilizado diferentes mecanismos para apoiar os estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. Dentre as abordagens utilizadas, encontra-se a gamificação [Ogawa et al. 2016], que pode ser definida como a utilização de elementos de jogos fora do seu contexto original, ou seja,

a utilização de narrativas de jogos (por exemplo, pontos, níveis, vidas, ranking, entre outros) em um contexto não jogável [Loriggio et al. 2013].

A gamificação aplicada no contexto educacional pode incentivar o engajamento entre os estudantes, melhorar a motivação para aprender novos conteúdos, além de estimular o compartilhamento do conhecimento adquirido em sala de aula [Nacke and Deterding 2017]. Apesar dos diversos benefícios proporcionados pela gamificação, é necessário planejar muito bem como a gamificação será considerada no contexto escolar, pois se não houver um planejamento detalhado e controlado, as aplicações gamificadas podem impactar negativamente os estudantes durante o aprendizado de novos conteúdos [Toda et al. 2019]. De acordo com Burke (2015), a gamificação não se limita apenas à aplicação de tecnologia a antigos modelos de engajamento, como, por exemplo, no caso da premiação com insígnias diferenciadas. A gamificação cria modelos de envolvimento completamente novos, direcionados a novas comunidades de pessoas, e seu objetivo é motivá-las a alcançar metas que elas próprias desconhecem.

Portanto, antes de inserir os sistemas educacionais gamificados em um ambiente escolar, é necessário avaliá-los para analisar sua qualidade. Dentre as diferentes formas de avaliar tais sistemas, destaca-se a avaliação heurística, que é um método baseado na verificação de uma lista de regras (também conhecida como heurísticas) ou na experiência dos próprios avaliadores [Nielsen 1994]. A avaliação heurística pode ser conduzida de forma rápida, barata e eficiente para descobrir grandes problemas, principalmente aqueles relacionados com a interface [Nielsen 1994]. Portanto, a avaliação heurística tem por objetivo encontrar defeitos de usabilidade para que melhorias sejam feitas e os usuários possam interagir da melhor forma possível [Maciel et al. 2004].

Apesar dos benefícios proporcionados pela avaliação heurística, ainda não foram identificados conjuntos de heurísticas específicos para avaliar sistemas educacionais gamificados. Ter um conjunto de heurísticas para avaliar esses sistemas seria de extrema importância, uma vez que eles apresentam particularidades que os distinguem de outras aplicações. Além de avaliar aspectos de gamificação, é importante também avaliar usabilidade, conteúdos educacionais, multimídia e as plataformas em que esses sistemas serão inseridos. Analisar esses elementos é muito importante porque eles impactam na motivação e no engajamento dos estudantes. É importante ressaltar que já existem heurísticas específicas para avaliar esses elementos. Portanto, a novidade deste trabalho é sobre as heurísticas para avaliar elementos de gamificação.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo propor um conjunto inicial de heurísticas para a avaliação de sistemas educacionais gamificados, denominado HAEG, levando em consideração as particularidades presentes nesse tipo de aplicação. O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os conceitos importantes para o entendimento deste trabalho. Na Seção 3 são discutidos os trabalhos relacionados à avaliação de sistemas educacionais gamificados. A Seção 4 descreve os procedimentos definidos para o estabelecimento do novo conjunto de heurísticas. Na Seção 5 é demonstrado o conjunto de heurísticas propostas para avaliar os sistemas educacionais gamificados. A Seção 6 apresenta os resultados preliminares, bem como uma discussão sobre a condução deste trabalho. Por fim, a Seção 7 reporta as considerações finais deste trabalho.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta os principais conceitos relacionados à gamificação e à avaliação heurística, os quais são importantes para o entendimento do estudo apresentado.

2.1. Gamificação

Segundo Ogawa *et al.* (2016), a gamificação pode ser definida como uma técnica que extrai elementos de jogos e os reaplica em outros contextos. Quando aplicada na área educacional, tem como objetivo motivar e engajar os estudantes. A gamificação pode envolver diversos conceitos importantes para a interação do usuário. Além disso, é importante ressaltar que a gamificação não se resume apenas à aplicação de tecnologia a antigos modelos de engajamento, como no caso da premiação de esquiadores com insígnias diferenciadas [Burke 2015]. A gamificação cria modelos de envolvimento completamente novos e seu alvo são as novas comunidades de pessoas, sendo que o seu objetivo é motivá-las para que atinjam metas que elas próprias desconhecem [Burke 2015].

A gamificação não se limita apenas a utilizar mecânicas de jogos, mas contempla a utilização delas para a resolução de problemas, a motivação e o engajamento de um público determinado. Isso não significa necessariamente a participação em um jogo, mas sim a utilização dos elementos mais eficientes presentes nas mecânicas, dinâmicas e estéticas, a fim de produzir os mesmos benefícios que o ato de jogar proporciona [Busarello 2016]. Na literatura, observa-se que a gamificação pode ser fundamentada em dois tipos, de acordo com o contexto da educação: a gamificação estrutural e a gamificação de conteúdo [Elos 2021]. A gamificação estrutural é aplicação de elementos gamificados que servem para motivar e engajar o estudante através do próprio conteúdo, sem que haja qualquer alteração ou mudança. Nesse contexto, o conteúdo pode ser diversificado, porém os elementos presentes nas aplicações são os ativos que mais influenciam o aluno [Elos 2021]. Enquanto a gamificação de conteúdo é a aplicação de elementos e conceitos de jogos que alteram o conteúdo, tornando-o mais interessante, e mais semelhante com um jogo, promovendo assim uma maior interação entre o conteúdo abordado e os usuários [Valle et al. 2020, Elos 2021].

2.2. Heurísticas

As Heurísticas referem-se à sentenças (afirmações) que representam princípios ou reflexões que podem ser aplicadas em um projeto de interface do usuário [Parente Da Costa et al. 2019]. Com a utilização apropriada das heurísticas, assume-se que uma interface gráfica tem maiores chances de apresentar bons níveis de usabilidade e experiência dos usuários [Cybis et al. 2015].

Há casos, na literatura, que as heurísticas são descritas ou intituladas pelos próprios autores como critérios, princípios ou guias. Por exemplo, Jakob Nielsen nomeia suas heurísticas como as "*10 heurísticas de Nielsen*". Uma heurística é composta, usualmente, pelo seu título, sua descrição e, em alguns casos, informações complementares, por exemplo: Nielsen propõe a heurística com o título **Visibilidade do status do sistema**, com a descrição **O design deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, por meio de feedback apropriado em um período de tempo razoável** e ainda disponibiliza, em seu site¹, informações complementares como:

¹<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Comunique claramente aos usuários qual é o estado do sistema — nenhuma ação com consequências para os usuários deve ser tomada sem informá-los; e Apresente *feedback* ao usuário o mais rápido possível (idealmente, imediatamente).

No que tange a aplicação das heurísticas, as mesmas podem ser utilizadas em diversas etapas dos projetos de desenvolvimento de software, dentre essas, nas ações de avaliação e testes. A avaliação heurística é um método baseado na verificação de uma pequena lista de regras (heurísticas) ou na própria experiência dos avaliadores que visam, de forma econômica, fácil e rápida, descobrir problemas potenciais da interface [Cybis et al. 2015]. A avaliação heurística tem um papel muito importante para a condução de novos projetos, seja ele no âmbito educacional ou não, uma vez que visa encontrar defeitos de usabilidade para que melhorias sejam feitas e os usuários possam interagir da melhor forma possível, além de se obter melhores resultados tanto do usuário como da plataforma [Maciel et al. 2004].

A próxima seção apresenta os trabalhos relacionados.

3. Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta os trabalhos relacionados à avaliação de sistemas educacionais gamificados. Especificamente sobre avaliação heurística de sistemas gamificados não foram identificados trabalhos que propuserem heurísticas específicas para este fim. Apesar disso, Souza e Souto (2015) utilizaram heurísticas de jogos educacionais digitais para avaliar um aplicativo gamificado, denominado Duolingo. Os autores elencaram os elementos iniciais que permitiram mostrar se as heurísticas utilizadas também poderiam ser aplicadas para avaliar sistemas gamificados. Os resultados mostraram que grandes partes das heurísticas de avaliação de jogos podem ser aplicadas para avaliar sistemas gamificados, porém existem características que não foram contempladas por esses conjuntos.

Em Silva et al. (2019), os autores conduziram uma avaliação heurísticas para avaliar a usabilidade de sistemas educacionais gamificados com o objetivo de identificar pontos positivos e negativos das interfaces. O conjunto de heurísticas utilizado para avaliação dos sistemas gamificados foi o proposto por Nielsen (1994). Apesar dos resultados positivos relatado pelos autores, eles afirmam que seria interessante utilizar um conjunto de heurísticas focado em elementos de gamificação para melhor entender os aspectos de usabilidade desses sistemas.

No trabalho conduzido por Valle et al. (2013), os autores propuseram um novo conjunto de heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais. Este novo conjunto foi formado a partir da adaptação de heurísticas já existentes e também por meio de experiência de especialista na área. Os autores mostraram que o novo conjunto era eficiente e poderia ser utilizado por avaliadores não especialistas devido a descrição das heurísticas ser de forma simples. As categorias consideradas nesse conjunto foram: usabilidade, elementos educacionais, conteúdos educacionais, jogabilidades e elementos de multimídia. Esse estudo foi utilizado como base para a criação do novo conjunto de heurística proposto neste trabalho. Conforme relatado pelos estudos identificados, percebe-se a necessidade da criação de um novo conjunto de heurísticas focado em avaliar particularidades de sistemas educacionais gamificados.

4. Métodos de Pesquisa

Este trabalho teve como objetivo propor um conjunto inicial de heurísticas para apoiar a avaliação de sistemas educacionais gamificados. Para isso, identificaram-se estudos já conduzidos sobre avaliação de sistemas gamificados com o objetivo de encontrar regras e critérios de qualidade que pudessem compor o HAEG. Para a condução deste trabalho, realizaram-se as seguintes etapas:

- **Entendimento dos conceitos e do estado da arte:** realizaram-se pesquisas a fim de identificar soluções já conduzidas na área de gamificação aplicada à Educação, selecionando estudos que abordassem a dificuldade de interação com sistemas educacionais gamificados. Como resultado, identificaram a falta de motivação ou engajamento, e a dificuldade na interpretação de exercícios dentro de sala de aula.
- **Definição de categorias de avaliação:** definiu-se o escopo do problema identificando categorias de problemas existentes em sistemas educacionais gamificados. Assim, entendeu-se que a avaliação de usabilidade, elementos educacionais, multimídia, experiência de usuário, plataformas (web e *mobile*) e elementos de gamificação devem ser consideradas em estudos de avaliação de sistema gamificado, principalmente devido ao grande impacto que elas têm em relação à a qualidade desses sistemas. Para isso, analisaram-se diversos estudos científicos que envolviam mecanismos para avaliação de sistemas gamificados. A base dados utilizada para a identificação dos estudos foi o Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas para realizar as buscas foram: *avaliação heurística, avaliação de sistemas educacionais, gamificação, sistema educacionais gamificados.*

Para apoiar a seleção desses estudos, os seguintes critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) foram utilizados:

- CI1: Estudos escritos em inglês e português;
- CI2: Estudos que propuseram mecanismos para avaliar sistemas gamificados;
- CI3: Estudos que foram revisados por pares;
- CI3: Estudos disponíveis para acesso;
- CE1: Estudos que não apresentam mecanismos para avaliação de sistemas gamificados;
- CE2: Estudos que não apresentam detalhes sobre como realizar a avaliação dos sistemas gamificados;
- CE3: Estudos publicados como *short paper*;

Esses critérios foram utilizados para apoiar a seleção dos estudos. Especificamente, realizou-se também a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave de cada estudo retornado. Como resultados, os estudos considerados discutem diferentes formas de avaliação dos sistemas gamificados, como: heurísticas, modelos de qualidade, experimentos, entre outros.

- **Identificação dos principais elementos de jogos:** utilizou-se a taxonomia de elementos de gamificação propostas por Toda et al. (2019). Essa taxonomia foi utilizada como base para identificar os elementos de gamificação mais importantes para o contexto educacional.
- **Definição do conjunto de heurísticas:** investigaram-se conjuntos de heurísticas semelhantes, por exemplo, aqueles que têm por objetivo avaliar jogos educacionais, uma vez que existe um grande número de contribuições disponíveis na literatura nesse contexto. A partir dos conjuntos identificados, analisaram-se quais os elementos de jogos

são importantes para serem avaliados. Portanto, um novo conjunto de heurísticas para avaliar sistemas educacionais gamificados foi construído.

- **Avaliação:** para verificar a efetividade do conjunto de heurísticas, conduziu-se uma avaliação preliminar com dois especialistas na área, especificamente em gamificação e avaliação heurística.

5. Heurísticas para Avaliação de Sistemas Educacionais Gamificados

Após a definição das categorias para avaliação dos sistemas educacionais gamificados, definiram-se heurísticas que compõem cada uma dessas características.

Para a categoria de **Usabilidade** foram propostas 13 heurísticas para avaliar a usabilidade das interfaces dos sistemas educacionais gamificados. As heurísticas visam avaliar se existe uma boa interação do usuário com a interface, já que a usabilidade refere-se a facilidade do uso do sistema [Nielsen 1994] As heurísticas dessa categoria são:

- U1: O usuário deve interagir facilmente com o sistema.
- U2: O sistema deve fornecer suporte para dúvidas dos usuários.
- U3: O sistema deve distribuir igualmente seus componentes.
- U4: Os elementos extras do sistema não devem tirar a atenção do usuário.
- U5: O sistema não deve ter divergência entre idiomas.
- U6: O sistema deve proporcionar um mecanismo de busca.
- U7: Os ícones devem ser intuitivos para mostrar verdadeiramente sua função.
- U8: O sistema deve conter um mapa de onde o usuário se encontra.
- U9: O sistema deve conter uma boa comunicabilidade com o usuário (intenções e princípios de cada elemento).
- U10: O sistema deve ser fácil de utilizar.
- U11: O sistema deve oferecer um passo a passo ao usuário, permitindo que ele esteja sempre ciente de suas ações.
- U12: O sistema deve conter boa adaptabilidade, e se adequar as necessidades do usuário.
- U13: O sistema deve conter prevenção e tratamento de erros.

Para a categoria de **Elementos Educacionais** foram propostas 6 heurísticas que visam avaliar aspectos educacionais dos sistemas gamificados, permitindo que os usuários sejam capazes de reconhecer nos elementos dispostos na tela quais são os objetivos do sistema. Os elementos educacionais ainda devem fornecer ao usuário uma autonomia durante sua utilização e dessa forma poderá escolher os níveis de dificuldade durante sua aprendizagem. Além disso, qualquer sistema educacional deve fornecer um *feedback* do desempenho do usuário que o utilizou. Contemplam essa categoria as seguintes heurísticas:

- ED1: O usuário deve ser capaz de reconhecer qual é o objetivo de aprendizagem do sistema em que ele se encontra;
- ED2: O usuário deve ter autonomia no processo de aprendizagem (reconfiguração do sistema de acordo com seus objetivos).
- ED3: O sistema deve oferecer uma opção para o usuário escolher o nível de dificuldade de suas atividades.
- ED4: O sistema deve reconhecer as dificuldades que o usuário possui.
- ED5: O sistema deve fornecer um *feedback* ao final de sua utilização.
- ED6: O sistema deve oferecer opções de níveis de aprendizagem.

Para a categoria de **Experiência de Usuário** foram propostas 7 heurísticas para verificar como os sistemas educacionais gamificados têm fornecido experiência para seus usuários. Para isso, foram analisados estudos semelhantes, como o proposto por Falavigna (2015) que observou as sensações e emoções que os usuários vivenciam ao utilizar um produto de tecnologia. As heurísticas dessa categoria são:

- EU1: O sistema deve fornecer mecanismo para ajudar na utilização das funcionalidades (*e.g.*, campo de busca).
- EU2: O sistema deve estimular o aprendizado do aluno.
- EU3: O sistema deve fornecer conteúdos que não dispersem o usuário do tópico educacional abordado.
- EU4: O sistema deve fornecer elementos interativos com a finalidade de melhorar a experiência do usuário.
- EU5: O sistema deve sempre estar disponível para uso.
- EU6: O sistema deve ter um bom desempenho (*e.g.*, velocidade de acesso, fluidez na navegação) durante a navegação do usuário.
- EU7: O sistema deve fornecer uma boa estética para o usuário (limpa, clara, agradável, simétrico, bonito).

Para a categoria de **Elementos de Multimídia** foram propostas 5 heurísticas que visam avaliar as imagens, vídeos, sons e outros recursos de multimídia presentes em sistemas educacionais gamificados. Os elementos multimídia são todos os elementos que são diferentes de texto. Eles são necessários para uma melhor interação entre o usuário e o conteúdo apresentado no sistema. Apesar disso, essa interação pode atrapalhar o entendimento dos usuários, dependendo da forma em que os elementos de multimídia estejam dispostos no sistema. São as heurísticas:

- EM1: O sistema deve fornecer imagens interativas que estimulem o usuário a buscar conhecimento.
- EM2: O sistema pode fornecer mecanismo (*e.g.*, vídeos e tutoriais) para facilitar o seu entendimento e funcionamento.
- EM3: O sistema pode fornecer áudios de pessoas que são referência no conteúdo apresentado.
- EM4: O sistema deve fornecer informações gráficas sobre *rankings*, tempo de acesso e desempenho dos estudantes durante o uso.
- EM5: O sistema deve ter a opção de fornecer downloads de textos, vídeo e áudios.

Para a categoria **plataforma web** foram desenvolvidas 4 heurísticas. Essas heurísticas auxiliam na avaliação de características de sistemas web gamificados, tais como: layouts, desempenho, facilidade de navegação, entre outros. É importante ressaltar que essa categoria nem sempre será considerada na avaliação dos sistemas gamificados, uma vez que eles podem estar disponíveis para sistemas *mobile*. As heurísticas dessa categoria são:

- W1: O sistema deve dispor de funções para executar em plataformas *web* ou em navegadores de sistema *mobile*.
- W2: Os *layouts* e códigos do sistema devem funcionar em aparelhos defasados.
- W3: O sistema deve ter uma boa velocidade de acesso.
- W4: O sistema deve ter telas mais compactas e de fácil navegação.

Para a categoria **plataforma mobile** foram propostas 3 heurísticas. Elas avaliam características de dispositivos móveis. As heurísticas dessa categoria podem ser utilizadas quando o sistema educacional gamificado estiver disponível para a plataforma móvel, pois na maioria das vezes, sistemas educacionais são desenvolvidos para monitores ou telas maiores e não dispõem de recursos para a apresentação *mobile*, podendo fazer com que os elementos presentes na interface estejam totalmente fora de padrão, além de esconder informações relevantes e de grande importância para o usuário. As heurísticas dessa categoria são:

- M1: sistemas devem utilizar tecnologias para eles que possam se adaptar em dispositivos com telas de diferentes tamanhos.
- M2: sistemas *mobile* devem promover uma maior velocidade de acesso e disponibilizar suas funcionalidades de forma organizada na tela.
- M3: sistemas *mobile* devem promover um maior destaque das funções fornecidas para utilização do usuário.

Para a categoria **Elementos de Gamificação** foram propostas 9 heurísticas. Elas auxiliam na avaliação de elementos gamificados presentes nos sistemas educacionais gamificados. Essa categoria visa analisar como os sistemas têm considerado os elementos de gamificação em suas soluções. As heurísticas dessa categoria são:

- EG1: O sistema deve fornecer uma mecânica, como se o usuário estivesse em um jogo.
- EG2: O sistema deve conter uma dinâmica, onde um assunto não passe despercebido antes do usuário passar para outro assunto.
- EG3: O usuário deve visualizar seu progresso e comparar os seus resultados.
- EG4: O sistema deve assegurar que o usuário não tenha que recomeçar a atividade a partir de cada erro.
- EG5: O sistema não deve apresentar tarefas repetitivas ou entediantes
- EG6: O sistema deve motivar o usuário a querer sempre buscar o conhecimento.
- EG7: O estudante deve ser recompensado significativamente por suas ações.
- EG8: O sistema deve ter múltiplas maneiras de se completar uma atividade.
- EG9: O sistema deve ter novidades, surpresas e violação das expectativas.

As heurísticas propostas além de apoiar a avaliação de sistemas educacionais gamificados, podem ser utilizadas como diretrizes para apoiar o desenvolvimento de sistemas educacionais gamificados, pois são basicamente critérios de qualidade que os sistemas devem considerar.

6. Resultados e Discussão

O HAEG foi criado a partir de conjuntos de heurísticas já existentes [Tanaka et al. 2009, Valle et al. 2013, Sakakibara 2014, Falavigna 2015, Souza and Souto 2015, Barbosa et al. 2016, Toda et al. 2019, Ensina et al. 2019, Valle et al. 2017] para avaliar a usabilidade, elementos educacionais, experiência do usuário e elementos de multimídia de jogos digitais ou sistemas de software. Essas heurísticas foram adaptadas para integrar ao HAEG e atender o contexto de sistemas educacionais gamificados. No entanto, para criar as heurísticas da categoria Elementos Gamificados, utilizaram-se taxonomias de elementos de gamificação e também bons exemplos de sistemas gamificados [Sillaots 2014, Carreño-León et al. 2018, Toda et al. 2019, Xezonaki 2022].

Dessa forma, o HAEG tem o potencial de contribuir significativamente na avaliação da qualidade dos sistemas educacionais gamificados antes de sua implantação nas escolas e também antes da adoção por estudantes. Esse tipo de avaliação desempenha um papel crucial para evitar que os estudantes se deparem com sistemas de baixa qualidade, garantindo assim uma experiência educacional mais enriquecedora e eficaz.

Quando os estudantes têm uma experiência insatisfatória com sistemas educacionais gamificados, podem surgir diversos efeitos negativos, como apatia, queda no desempenho acadêmico, comportamento indesejado e consequências prejudiciais [Toda et al. 2017]. Essas adversidades podem ser evitadas por meio de um diagnóstico preliminar da qualidade desses sistemas, o que é fundamental para o apoio ao ensino de conteúdos educacionais. Nesse contexto, o conjunto de heurísticas proposto desempenha um papel crucial, permitindo uma análise minuciosa e indicando se o sistema é adequado ou não para uso.

É importante lembrar que o HAEG é uma proposta inicial e ainda precisa de ser avaliado por meio de experimentos controlados. No entanto, realizaram-se uma avaliação preliminar por meio de entrevistas com dois especialistas da área de gamificação e avaliação heurística. O objetivo era analisar a abrangência e eficácia do HAEG. Os resultados obtidos por meio dessas entrevistas foram extremamente valiosos, pois os avaliadores ofereceram sugestões pertinentes para reclassificar e reescrever algumas heurísticas, a fim de torná-las mais intuitivas e de fácil aplicação durante o processo de avaliação dos sistemas educacionais gamificados.

Ao utilizar o HAEG, é fundamental que os avaliadores levem em consideração apenas os critérios relevantes à plataforma na qual o sistema em avaliação foi disponibilizado, ou seja, eles devem escolher os critérios específicos para a plataforma web ou plataforma móvel, conforme apropriado. Além disso, é importante ressaltar que todos os avaliadores devem possuir *expertise* na área da gamificação ou, no mínimo, receber treinamento adequado sobre os conceitos envolvidos na gamificação e avaliação heurística. Isso garante que a avaliação heurística seja aplicada por especialistas que possuam um entendimento aprofundado do assunto, proporcionando uma avaliação precisa e confiável dos sistemas em questão.

7. Conclusão

Nos últimos anos, observa-se um crescimento significativo no desenvolvimento de sistemas educacionais gamificados devido aos inúmeros benefícios que eles podem oferecer, como o aumento da motivação para aprender conteúdos educacionais e o maior engajamento dos estudantes. No entanto, esses sistemas muitas vezes são introduzidos em ambientes escolares sem passarem por uma avaliação prévia para verificar se possuem características de qualidade.

Motivado por esse cenário, este estudo propôs o desenvolvimento do HAEG (Heurísticas para Avaliação de Sistemas Educacionais Gamificados), que é um conjunto inicial e abrangente de heurísticas que avalia diferentes aspectos, como usabilidade, experiência do usuário, elementos educacionais e multimídia, plataformas (web e mobile) e elementos de gamificação. Como resultado preliminar, o HAEG foi submetido à análise de dois especialistas, que forneceram sugestões de aprimoramento. Ambos os especialistas concordaram que o conjunto proposto é completo e eficiente para avaliar sistemas

educacionais gamificados.

Como perspectivas para trabalhos futuros, espera-se realizar um estudo de caso detalhado, demonstrando como diferentes avaliadores utilizam o conjunto de heurísticas para alcançar seus objetivos. Além disso, pretende-se comprovar a eficiência do HAEG ao identificar problemas diversos que possam gerar efeitos negativos nos estudantes que utilizam sistemas educacionais gamificados para a aprendizagem de novos conteúdos no ambiente escolar. Adicionalmente, planeja-se desenvolver uma ferramenta que apoie o planejamento e a execução do HAEG, proporcionando uma abordagem mais estruturada e eficaz para a avaliação de sistemas educacionais gamificados.

Agradecimentos

Os autores agradecem pelo apoio financeiro da FAPEMIG (Projeto APQ-00743-22).

Referências

- Barbosa, G., Oliveira, E., and D'Carlo, D. (2016). Usabilidade em aplicativos móveis educacionais: Um conjunto de heurísticas para avaliação. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 777.
- Burke, B. (2015). *Gamificar: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias*. DVS Editora.
- Busarello, R. I. (2016). *Gamification: princípios e estratégias*. Pimenta Cultural.
- Carreño-León, M., Sandoval-Bringas, A., Álvarez-Rodríguez, F., and Camacho-González, Y. (2018). Gamification technique for teaching programming. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 2009–2014. IEEE.
- Cybis, W. d. A., Holts, A. B., and Faust, R. (2015). *Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações*. Novatec Editora, São Paulo.
- Elos, E. (2021). Gamificação como ferramenta para resolução de problemas. Acessado em 05/08/2021.
- Ensina, L. A., Lee, H. D., Takaki, W. S. R., Maciejewski, N. A. R., Spolaôr, N., and Wu, F. C. (2019). Heuristics-based responsiveness evaluation of a telemedicine computational web system. *IEEE Latin America Transactions*, 17(03):444–452.
- Falavigna, V. D. (2015). Experiência do usuário: análise e aplicação de métodos de avaliação. *Universidade de Caxias do Sul*.
- Loriggio, A., Farias, V., and Mustaro, P. (2013). Aplicações de gamificação e técnicas de motivação à aprendizagem da metodologia ágil scrum. In *VIII International Conference on Engineering and Computer Education*, volume 8, pages 326–330.
- Maciel, C., Nogueira, J. L. T., Ciuffo, L. N., and Garcia, A. C. B. (2004). Avaliação heurística de sítios na web. *VII Escola de Informática do Centro Oeste*.
- Nacke, L. E. and Deterding, C. S. (2017). The maturing of gamification research. *Computers in Human Behaviour*, pages 450–454.
- Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems*, pages 413–414.

- Ogawa, A., Klock, A. C. T., and Gasparini, I. (2016). Avaliação da gamificação na área educacional: um mapeamento sistemático. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 440.
- Parente Da Costa, R., Canedo, E. D., De Sousa, R. T., De Oliveira Albuquerque, R., and Garcia Villalba, L. J. (2019). Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones. *IEEE Access*, 7:116145–116161.
- Sakakibara, L. A. (2014). Interação humano-computador em websites: avaliação heurística de usabilidade e briefing de diagramação da interface. *Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral*.
- Sillaots, M. (2014). Gamification of higher education by the example of course of research methods. In *Advances in Web-Based Learning–ICWL 2014: 13th International Conference, Tallinn, Estonia, August 14-17, 2014. Proceedings 13*, pages 106–115. Springer.
- Silva, J. C., Horita, F., Rodriguez, C., and da Rocha, R. V. (2019). Avaliação heurística de interfaces de sistemas gamificados no contexto educacional: um processo e lições aprendidas. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 1271.
- Souza, É. R. and Souto, E. (2015). Utilização de heurísticas de jogos para avaliação de um aplicativo gamificado. *Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*, pages 666–673.
- Tanaka, E. H. et al. (2009). Método baseado em heurísticas para avaliação de acessibilidade em sistemas de informação. *Universidade de Campinas*.
- Toda, A. M., Klock, A. C., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S., and Cristea, A. I. (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing gamification taxonomy. *Smart Learning Environments*, 6(1):1–14.
- Toda, A. M., Valle, P. H., and Isotani, S. (2017). The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. In *Researcher links workshop: higher education for all*, pages 143–156. Springer.
- Valle, P. H. D., Barbosa, E. F., and Maldonado, J. C. (2015). Cs curricula of the most relevant universities in Brazil and abroad: Perspective of software testing education. In *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, pages 62–68. IEEE.
- Valle, P. H. D., Rocha, R. V., and Maldonado, J. C. (2017). Testing game: An educational game to support software testing education. In *Proceedings of the XXXI Brazilian Symposium on Software Engineering*, pages 289–298.
- Valle, P. H. D., Vilela, R. F., and Hernandez, E. C. M. (2020). Does gamification improve the training of software testers? a preliminary study from the industry perspective. In *Proceedings of the XIX Brazilian Symposium on Software Quality*, pages 1–10.
- Valle, P. H. D., Vilela, R. F., Parreira Junior, P., and Inocencio, C. (2013). Heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*.

Xezonaki, A. (2022). Gamification in preschool science education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2(2):308–320.