

# Avaliação da Usabilidade de Ferramentas Educacionais Gamificadas: um Mapeamento Sistemático da Literatura

Adalberto N. Menezes, Rodrigo D. Seabra

Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)  
Caixa Postal 50 – 37.500-903 – Itajubá – MG – Brasil

adalbertomenezes1@gmail.com, rodrigo@unifei.edu.br

**Abstract.** *This research aims to identify methods adopted in evaluating the usability of gamified educational tools through a systematic literature mapping. The most used methods were SUS scale (System Usability Scale), user testing, and heuristic evaluation. Although the evaluations were positive, one can highlight the importance of this procedure in all stages of software development, aiming to guarantee a product with higher quality of use. The main contribution of the study consisted in presentation of a survey of the methods used in the evaluation of the tools raised, being able to assist researchers in the search for more adequate procedures to their future needs in relation to gamification.*

**Resumo.** *Esta pesquisa visa identificar métodos adotados na avaliação da usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas por meio de um mapeamento sistemático da literatura. Os métodos mais utilizados foram escala SUS (System Usability Scale), teste com usuários e avaliação heurística. Embora as avaliações tenham sido positivas, pode-se destacar a importância desse procedimento em todos os estágios de desenvolvimento de software, visando garantir um produto com maior qualidade de uso. A principal contribuição do estudo consistiu na apresentação de um levantamento dos métodos utilizados na avaliação das ferramentas identificadas, podendo auxiliar pesquisadores na busca de procedimentos mais adequados às suas necessidades futuras no que tange à gamificação.*

## 1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico tem atingido vários setores da sociedade. Na educação, percebe-se que a adoção de mecanismos digitais no processo de ensino vem crescendo aceleradamente. Estudos mostram que a utilização da tecnologia na educação impacta positivamente o aprendizado e o engajamento dos estudantes [Tsopra *et al.* 2020; Lopez-Pernas *et al.* 2021].

Com esse avanço crescente, garantir a qualidade desses produtos tecnológicos é essencial, em especial, os voltados à educação. Dentre os atributos que buscam garantir a qualidade dessas ferramentas está a usabilidade, que, conforme aponta Sommerville (2003), remete à facilidade de uso do *software*. Um dos pontos principais da usabilidade de sistemas é a avaliação de suas interfaces. O autor discorre que se um sistema possui facilidade de uso, ele tende a atender melhor à usabilidade.

A partir da inserção cada vez maior de recursos tecnológicos na educação, desenvolver ferramentas com alta usabilidade é essencial para que se atinja o objetivo educacional almejado. Para Souza *et al.* (2021), as ferramentas tecnológicas educacionais devem ser estudadas e aprimoradas para melhor atingirem os objetivos a que se propõem. Andrade *et al.* (2020) apontam que as metodologias de avaliação de usabilidade de *software* são desafios importantes e constantes de pesquisadores, pois podem potencializar experiências positivas dos usuários.

No âmbito da informática na educação, a gamificação vem ganhando espaço a cada dia. Garantir a usabilidade das ferramentas desenvolvidas nesse contexto é primordial para proporcionar melhor experiência para o usuário e, conseqüentemente, contribuir com seu processo de aprendizagem. Rincon-Flores *et al.* (2022) apontam que a gamificação é comumente aplicada devido aos efeitos proporcionados em relação à motivação e ao engajamento dos estudantes.

Embora pesquisas sobre gamificação estejam em alta, ainda há espaço para sintetizar resultados relevantes de estudos nessa área, sobretudo no que tange à avaliação da usabilidade de ferramentas de ensino gamificadas. Diante da gama de modelos e métodos de avaliação da usabilidade disponíveis na literatura e considerando a falta de um consenso sobre como utilizá-los, escolher o mais indicado ainda é um desafio.

Paz e Pow-Sang (2015) realizaram um mapeamento sistemático com o intuito de identificar métodos de avaliação da usabilidade em contextos de desenvolvimento de *software*, bem como as técnicas utilizadas. Os autores identificaram 228 trabalhos que apontaram questionários como sendo o método mais utilizado, seguidos por testes com usuários e, em terceiro lugar, avaliação heurística. Cáceres e Pow-Sang (2018) mapearam métodos de usabilidade utilizados em aplicativos móveis educacionais por área temática. Os autores selecionaram 174 trabalhos. Os resultados apontaram que o teste com usuários foi o método mais utilizado.

O estudo em tela está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta as questões de interesse, a metodologia e a execução da pesquisa. A Seção 3 apresenta os métodos de avaliação de usabilidade aplicados nas ferramentas identificadas. Na Seção 4 é realizada uma discussão sobre as ferramentas gamificadas encontradas e os métodos de avaliação utilizados, buscando responder as questões de pesquisa propostas na Seção 2. Por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais deste artigo.

## **2. Definição da Pesquisa**

Este trabalho foi realizado por meio de um mapeamento sistemático da literatura. Petersen *et al.* (2015) destacam que o mapeamento sistemático tem a característica de trabalhar com questões gerais de pesquisa, permitindo mapear resultados de estudos primários sobre determinado tema, bem como identificar possíveis lacunas a serem preenchidas. Assim, a escolha deste método de pesquisa se justifica, considerando que o estudo em tela buscou pesquisar, identificar e mapear trabalhos primários sobre a avaliação da usabilidade de ferramentas de ensino gamificadas.

Pode-se destacar ainda a contribuição deste artigo devido à importância de se avaliar a usabilidade de ferramentas voltadas à educação, sobretudo no que tange à gamificação, bem como auxiliar pesquisadores a selecionar adequadamente métodos de avaliação da usabilidade nesse contexto. Esta pesquisa foi conduzida com base nos

estudos de Petersen *et al.* (2008; 2015) e Pereira *et al.* (2021), abordando questões de interesse, protocolos de busca, seleção, classificação e extração de dados. O mapeamento foi realizado sem limitação temporal, sendo catalogados estudos até fevereiro de 2023.

## 2.1. Questões de Interesse

O objetivo geral deste trabalho consistiu em oferecer uma visão dos métodos de avaliação de usabilidade aplicados em ferramentas educacionais gamificadas. Para tanto, foram definidas quatro questões de pesquisa.

**Q1: Quais são as ferramentas de ensino gamificadas para apoiarem o estudo de disciplinas?** Após a identificação das ferramentas, tem-se as seguintes questões:

**Q2: O desenvolvimento dessas ferramentas considerou aspectos relativos à usabilidade?** A usabilidade deve ser avaliada não somente na fase final, mas em todo o seu processo de concepção e construção, embora a avaliação com usuários seja considerada uma das mais importantes, devido a envolver, de fato, usuários reais.

**Q3: Quais métodos foram adotados para a avaliação da usabilidade dessas ferramentas?** É importante salientar que a escolha do método de avaliação é importante para que se atinja o objetivo. Diferentes métodos podem ser aplicados simultaneamente, com variadas particularidades, quantidade de respondentes e outros fatores.

**Q4: Qual foi o resultado da avaliação da usabilidade dessas ferramentas?** Dentre os métodos utilizados, alguns têm mais indicação de uso para avaliação da usabilidade de ferramentas educacionais.

## 2.2. Execução da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida com base na busca de trabalhos relacionados em quatro bases de dados: Scopus, ACM Digital Library, Web of Science e IEEE Xplore. A pesquisa foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2023. Dyba *et al.* (2007) ressaltam que a utilização de bibliotecas digitais combinadas com duas bases de dados de indexadores pode ser suficiente. Isso posto, é válido destacar que as referidas bases de dados possuem grande número de artigos, em especial relacionados à área da ciência da computação.

De acordo com Napoleão (2019), a definição da *string* de busca é um passo importante em mapeamentos sistemáticos. A autora destaca que ela deve ser formada por termos específicos relacionados ao tema da pesquisa e necessita da combinação de sinônimos, variações e correlatos, potencializando o alcance de trabalhos inerentes ao tópico investigado.

O Quadro 1 apresenta as expressões de busca utilizadas em cada uma das bases de dados pesquisadas. Foram considerados dois critérios de inclusão aplicados no mapeamento sistemático conduzido, a saber: (i) trabalhos que avaliaram a usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas; (ii) a ferramenta educacional foi avaliada quando utilizada para fins educacionais.

O resultado da pesquisa retornou um total de 558 trabalhos, distribuídos da seguinte forma nas bases de dados: Scopus – 134; ACM Digital Library – 34; Web of Science – 172 e IEEE Xplore – 218.

**Quadro 1. Strings de busca utilizadas nas bases de dados. Fonte: Os autores.**

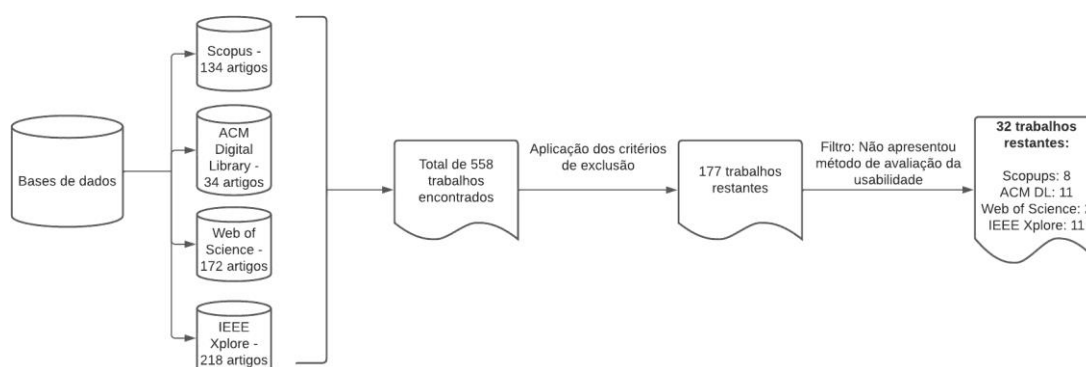
| Base de dados       | String de busca utilizada   |
|---------------------|---|
| Scopus              | ("usability" OR "facility of use") AND ("teaching platform" OR "educational software" OR "educational tool" OR "teaching tool" OR "pedagogical software") AND ("gamification" OR "game")  |
| ACM Digital Library | [[All: "usability" OR [All: "facility of use"]]] AND [[All: "teaching platform" OR [All: "educational software" OR [All: "teaching tool" OR [All: "pedagogical software"]]]] AND [[All: "gamification" OR [All: "game"]]]   |
| Web of Science      | (((((ALL=(usability)) OR ALL=(facility of use))) AND ALL=(teaching platform)) OR ALL=(educational software)) OR ALL=(educational tool)) OR ALL=(teaching tool)) OR ALL=(pedagogical software)) AND ALL=(gamification)) OR ALL=(game)  |
| IEEE Xplore         | ("All Metadata":usability) OR ("All Metadata":facility of use) AND ("All Metadata":teaching platform) OR ("All Metadata":educational software) OR ("All Metadata":educational tool) OR ("All Metadata":teaching tool) OR ("All Metadata":pedagogical software) AND ("All Metadata":gamification) OR ("All Metadata":game) |

Como o retorno de trabalhos foi extenso, foram aplicados critérios de exclusão, selecionando somente os artigos relevantes para o propósito do estudo (Quadro 2).

**Quadro 2. Critérios de exclusão. Fonte: Os autores.**

| Identificador | Descrição   |
|---------------|---|
| EX-01         | O trabalho não foi escrito nos idiomas inglês ou português.   |
| EX-02         | Não foi realizada qualquer avaliação de usabilidade.  |
| EX-03         | Trabalhos incompletos ou que não estejam disponíveis para <i>download</i> .   |
| EX-04         | <i>Abstracts</i> , relatórios técnicos, estudos secundários, apresentações ou revisões sistemáticas da literatura.    |
| EX-05         | Apesar de ter sido realizada uma avaliação da usabilidade, o trabalho não elencou qual o método de avaliação adotado. |

Após a aplicação dos critérios de exclusão anteriores, a quantidade de trabalhos foi reduzida para 177 artigos. Contudo, identificou-se que vários trabalhos apresentavam resultados de avaliação de usabilidade, mas não relatavam qual o método utilizado, nem como se deu a avaliação. Dessa forma, foi necessária a aplicação de outro filtro, visando a exclusão desses artigos. Após esse segundo filtro, restaram no total 32 trabalhos, que, por fim, foram lidos, em sua totalidade, pelos autores desta pesquisa. A Figura 1 mostra a dinâmica de seleção dos trabalhos.



**Figura 1. Seleção e filtragem dos trabalhos. Fonte: Os autores.**

### 3. Resultados

O mapeamento sistemático realizado nesta pesquisa identificou três métodos principais de avaliação de usabilidade: escala SUS, teste com usuários e avaliação heurística. Embora esses sejam os mais utilizados no âmbito desta pesquisa, foram encontrados também métodos adaptados por alguns autores (Quadro 3). Alguns trabalhos apresentaram mais de um método de avaliação de usabilidade na mesma pesquisa.

**Quadro 3. Artigos incluídos no mapeamento sistemático (continua). Fonte: Os autores.**

| Nº | Artigo  | Método   |
|----|---|--|
| 1  | Ahmadi, N. <i>et al.</i> (2012). “Engineering an Open-Web Educational Game Design Environment”, In: 19 <sup>th</sup> Asia-Pacific Software Engineering Conference, pages 867-876  | Teste com usuários                               |
| 2  | Alami, D. e Dalpiaz, F. (2017). “A gamified tutorial for learning about security requirements engineering”, In: 25 <sup>th</sup> International Requirements Engineering Conference, pages 418-423.  | Escala SUS                                       |
| 3  | Anderson, P. E. <i>et al.</i> (2014). “An extensible online environment for teaching data science concepts through gamification”, In: 2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings, pages 1-8.   | Teste com usuários                               |
| 4  | Andrade, P. e Law, E. L-C. (2021). “Can educational software support learning in the global north and south equally? A comparison case study”, In: 34 <sup>th</sup> British HCI Conference, pages 294-305.  | Escala SUS                                       |
| 5  | Andrade, P. <i>et al.</i> (2020). “Evaluating the effects of introducing three gamification elements in STEM educational software for secondary schools”, In: Proceedings of the 32 <sup>nd</sup> Australian Conference on Human-Computer-Interaction, pages 220-232. | Escala SUS                                       |
| 6  | Browne, K. and Anand, C. (2013). “Gamification and serious game approaches for introductory computer science tablet software”, In: Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications, pages 50-57.                      | Escala SUS                                       |
| 7  | Cruz, B. <i>et al.</i> (2018). “A mobile game to practice arithmetic operations reasoning”, In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pages 2003-2008.  | Avaliação Heurística                             |
| 8  | González, C. S. <i>et al.</i> (2013). “Inclusive educational software design with agile approach”, In: Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, pages 149–155.                                    | Avaliação Heurística                             |
| 9  | González, C. <i>et al.</i> (2014). “EMATIC: an inclusive educational application for tablets”, In: Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction, pages 1-8.   | Avaliação Heurística                             |
| 10 | Iqira, D. <i>et al.</i> (2021). “Enhancing software engineering courses with a mobile gamified platform: results of a mixed approach”, In: 2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), pages 534-537.  | Avaliação Heurística                             |
| 11 | Kajiyama, T. and Satoh, S. (2012). “An interactive exploration system that visually supports learning of country features”, In: Proceedings of the 11 <sup>th</sup> International Conference on Interaction Design and Children, pages 292–295.                       | Teste com usuários                               |
| 12 | Khosravi, H. <i>et al.</i> (2020). “Development and adoption of an adaptive learning system: reflections and lessons learned”, In: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, pages 58-64.  | Teste com usuários e questionários <i>ad hoc</i> |
| 13 | López-Pernas, S. <i>et al.</i> (2021). “Escapp: a web platform for conducting educational escape rooms”, IEEE Access, v. 9, p. 38062-38077.   | Questionário <i>ad hoc</i>                       |
| 14 | Maqsood, S. and Chiasson, S. (2021). “Design, development, and evaluation of a cybersecurity, privacy, and digital literacy game for tweens”, ACM Transactions on Privacy and Security, v. 24, n. 4, p. 1-37.   | Questionário <i>ad hoc</i>                       |
| 15 | Nakagawa, F. H. <i>et al.</i> (2013). “Inclusion of teaching slides in games: analysis of the efficiency, effectiveness and satisfaction”, IEEE Latin America Transactions, v. 11, n. 6, p. 1372-1377   | Questionário ISO 9421-11                         |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 16 | Paiva, L. O. <i>et al.</i> (2022). "To the next level! An exploratory study on the influence of user experience on the acceptance of a gamified learning platform", In: Proceedings of the 14 <sup>th</sup> International Conference on Computer Supported Education, pages 281-288.  | Teste com usuários, Questionário AttrakDiff e Avaliação Heurística |
| 17 | Paracha, S. <i>et al.</i> (2020). "Design, development, and usability of a virtual environment on moral, social, and emotional leaning", International Journal of Virtual and Personal Learning Environments, v. 10, n. 2, p. 50-65.  | Teste com usuários   |
| 18 | Pombo, L. and Marques, M. M. (2019). "Educational mobile augmented reality eduPARK game: does it improve students learning?", In: 15 <sup>th</sup> International Conference Mobile Learning, pages 19-26.   | Escala SUS   |
| 19 | Pratama, M. S. P. <i>et al.</i> (2021). "Modeling reproductive health educational games for early childhood using goal-directed design", In: International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4 <sup>th</sup> International Conference on Computational Science and Information Management, pages 27-30. | Escala SUS   |
| 20 | Raffaele, C. <i>et al.</i> (2018). "An active tangible user interface framework for teaching and learning artificial intelligence", In: 23 <sup>rd</sup> International Conference on Intelligent User Interfaces, pages 535-546.  | Questionário <i>ad hoc</i>   |
| 21 | Rincon-Flores, E. G. <i>et al.</i> (2022). "Gamit! Interactive platform for gamification", In: IEEE Global Engineering Education Conference, pages 10-13.   | Escala SUS   |
| 22 | Rocha, T. <i>et al.</i> (2019). "Using game-based technology to enhance learning for children with learning disabilities: a pilot study", In: Proceedings of the 3 <sup>rd</sup> International Conference on Education and E-Learning, pages 89-94.   | Teste com usuários e Avaliação Heurística                          |
| 23 | Rossano, V. <i>et al.</i> (2021). "Math is magic: an adaptive serious game to reinforce math competences", In: Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, pages 162-166.  | Teste com usuários e Questionário <i>ad hoc</i>                    |
| 24 | Shim, J. <i>et al.</i> (2016). "The effects of a robot game environment on computer programming education for elementary school students", IEEE Transactions on Education, v. 60, n. 2, p.164-172.  | Questionário ISO 9241-11   |
| 25 | Silva Júnior, J. N. <i>et al.</i> (2021). "Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions", Education for Chemical Engineers, v. 34, p. 106-114.   | Escala SUS   |
| 26 | Silva Júnior, J. N. <i>et al.</i> (2020). "Interactions 500: design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding students in the review of intermolecular forces during the COVID-19 pandemic", Journal of Chemical Education, v. 97, n. 11, p. 4049-4054.   | Escala SUS   |
| 27 | Silvervarg, A. and Mansson, K. (2018). "How do you introduce an agent? The effect of introduction type on how a teachable agent is experienced by students", In: Proceedings of the 18 <sup>th</sup> International Conference on Intelligent Virtual Agents, pages 29-34.   | Escala SUS   |
| 28 | Sobrinho-Duque R. <i>et al.</i> (2022). "Evaluating a gamification proposal for learning usability heuristics: Heureka", International Journal of Human-Computer Studies, v. 161, p. 102774.  | Questionário TAM   |
| 29 | Tsopra, R. <i>et al.</i> (2020). "AntibioGame®: a serious game for teaching medical students about antibiotic use", International Journal of Medical Informatics, v. 136, p. 104074.  | Questionário MEEGA+  |
| 30 | Zakaria, N. S. <i>et al.</i> (2020). "Assessing Ethoshunt as a gamification-based mobile app in ethics education: pilot mixed-methods study", JMIR Serious Games, v. 8, n. 3.   | Escala SUS   |
| 31 | Wang, A. I. <i>et al.</i> (2008). "An evaluation of a mobile game concept for lectures", In: 21 <sup>st</sup> Conference on Software Engineering Education and Training, pages 197-204.   | Escala SUS   |
| 32 | Wihidayat, E. S. <i>et al.</i> (2018). "Learn arabic language app, mobile based application for self-directed learning", In: 4 <sup>th</sup> International Conference on Education and Technology, pages 13-17.   | Questionário ISO 25010-11  |

No que se refere aos três principais métodos identificados, a escala SUS consiste em uma escala numérica de usabilidade, desenvolvida por Brooke (1996). O método pode ser utilizado para avaliar uma gama de produtos, serviços, *hardware*, *software*, *websites* e aplicações com variados tipos de interfaces. O questionário utilizado pelo modelo se pauta em 10 questões com respostas baseadas em uma escala *Likert* de cinco pontos, variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”. Os critérios que a escala SUS avalia são: efetividade, eficiência e satisfação. Em geral, os benefícios observados com a aplicação da escala SUS são: facilidade de administração aos participantes; pode ser usado em amostras pequenas, com resultados confiáveis; pode efetivamente diferenciar sistemas utilizáveis e inutilizáveis.

Os testes com usuários (ou teste de usabilidade) mensuram a usabilidade de sistemas interativos a partir da experimentação real de uso dos seus usuários-alvo [Rubin 1994]. Nesta categoria de testes, os objetivos da avaliação determinam quais critérios de usabilidade devem ser avaliados. Na prática, as medições acontecem a partir da realização, por usuários voluntários, de um conjunto de tarefas pré-determinadas, executadas em um ambiente controlado, por exemplo, em um laboratório. Neste caso, registros sobre os desempenhos dos participantes são feitos durante as experiências de usos observadas. Os resultados de um teste com usuários devem descrever os objetivos e escopo da avaliação, uma breve descrição do método de teste de usabilidade, o número e o perfil dos avaliadores e participantes, as tarefas executadas pelos participantes, tabelas e gráficos sumarizando as medições realizadas e uma lista de problemas identificados.

A avaliação heurística é um método de inspeção direcionado à identificação de problemas de usabilidade durante um processo de *design* iterativo, se apresentando como uma alternativa de avaliação rápida e de baixo custo se comparada a métodos empíricos [Barbosa e Silva 2010]. Tendo como base um conjunto de diretrizes, denominadas por Nielsen (1993; 1994) como heurísticas, o método envolve o julgamento de cada avaliador no que tange à severidade de problemas encontrados na interface avaliada, bem como sua prioridade em termos de correção. Em linhas gerais, as heurísticas são: visibilidade do estado do sistema; correspondência entre o sistema e o mundo real; controle e liberdade do usuário; consistência e padronização; reconhecimento em vez de memorização; flexibilidade e eficiência de uso; projeto estético e minimalista; prevenção de erros; ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros; ajuda e documentação.

As áreas de conhecimento nas quais as ferramentas gamificadas foram aplicadas e avaliadas foram diversas, segundo o mapeamento sistemático realizado nesta pesquisa. Nesse âmbito, a área da computação foi a que mais apresentou trabalhos, estando em 36,84% dos estudos identificados. Esse resultado vai de encontro à pesquisa de Oliveira *et al.* (2018), na qual os autores concluíram que a gamificação está presente em diversas áreas do ensino, com destaque para a computação (41% dos trabalhos relatados). No presente mapeamento foram encontrados trabalhos em 14 áreas do conhecimento, as quais merecem destaque: computação (14 trabalhos), matemática (6 trabalhos) e conhecimentos gerais (3 trabalhos). O Quadro 4 apresenta as áreas do conhecimento das ferramentas gamificadas que tiveram suas usabilidades avaliadas, relacionadas com o método utilizado.

**Quadro 4. Áreas do conhecimento das ferramentas gamificadas identificadas.**  
**Fonte: Os autores.**

| <b>Método de Avaliação</b>               | <b>Área do Conhecimento</b>   |
|--|---|
| Escala SUS (12 trabalhos)                | Computação (3): Wang <i>et al.</i> (2008); Browne e Anand (2013); Alami e Dalpiaz (2017).   |
|  | Física (2): Andrade <i>et al.</i> (2020); Andrade e Law (2021).   |
|  | Química (2): Silva Júnior <i>et al.</i> (2020); Silva Júnior <i>et al.</i> (2021).  |
|  | Saúde (1): Pratama <i>et al.</i> (2021).  |
|  | Matemática (1): Rincon-Flores <i>et al.</i> (2022)  |
|  | Ciências Naturais (1): Pombo e Marques (2020).  |
|  | História (1): Silvervarg e Mansson (2018).  |
|  | Ética (1): Zakaria <i>et al.</i> (2020).  |
| Teste com Usuários (8 trabalhos)         | Computação (3): Ahmadi <i>et al.</i> (2012); Anderson <i>et al.</i> (2014); Khosravi <i>et al.</i> (2020).                                  |
|  | Geografia (1): Kajiyama e Stoh (2012).  |
|  | Conhecimentos gerais (1): Paiva <i>et al.</i> (2022).   |
|  | Bullying (1): Paracha <i>et al.</i> (2020).   |
|  | Leitura/escrita (1): Rocha <i>et al.</i> (2021).  |
| Avaliação Heurística (7 trabalhos)       | Matemática (3): González <i>et al.</i> (2013); González <i>et al.</i> (2014); Cruz <i>et al.</i> (2018).                                    |
|  | Computação (2): Iquira <i>et al.</i> (2021); Sobrino-Duque <i>et al.</i> (2022).  |
|  | Conhecimentos gerais (1): Paiva <i>et al.</i> (2022).   |
|  | Leitura/escrita (1): Rocha <i>et al.</i> (2021).  |
| Questionário <i>ad hoc</i> (5 trabalhos) | Computação (4): Raffaele <i>et al.</i> (2018); Khosravi <i>et al.</i> (2020), Lopez-Pernas <i>et al.</i> (2021); Maqsood e Chiasson (2021). |
|  | Matemática (1): Rossano <i>et al.</i> (2021).   |
| ISO 9421-11 (2 trabalhos)                | Computação (1): Shim <i>et al.</i> (2017).  |
|  | Eletrônica (1): Nakagawa <i>et al.</i> (2013).  |
| ISO 25010-11 (1 trabalho)                | Idioma (1): Wihidayat <i>et al.</i> (2018).   |
| Questionário MEEGA+ (1 trabalho)         | Saúde (1): Tsopra <i>et al.</i> (2020).   |
| Questionário AttrakDiff (1 trabalho)     | Conhecimentos gerais (1): Paiva <i>et al.</i> (2022).   |
| Questionário TAM (1 trabalho)            | Computação (1): Sobrino-Duque <i>et al.</i> (2022).   |

#### 4. Discussão

Em resposta à primeira questão de pesquisa, os trabalhos estudados apresentaram diversas ferramentas de ensino gamificadas, aplicadas em várias áreas do conhecimento. Na área da ciência da computação, destacam-se: *Binary search app*, *STS-Tooltorial*, *Lecture Quiz*, *Learn2Mine*, *AgentWeb*, *Heureka*, *A Day in the Life of the JOs*, *RiPPLE*, *A-Bricks* e *Escapp*. Nas áreas de matemática e física, tem-se as seguintes ferramentas: *STEM*, *Gamit!*, *Math is magic*, *EMATIC* e *Puts*. Nas áreas de ensino de língua árabe, medicina, no estudo do *bullying*, química, ética, história e geografia, destacam-se, respectivamente, as seguintes ferramentas: *LALA*, *AntibioGame*, *Shimpai Muiyou*,



*ORG600*, *Ethoshunt*, *Guardian of History* e *Concentric Ring View*. Houve casos de avaliações de ferramentas de ensino gamificadas cujos nomes não foram indicados.

Com relação à segunda questão de pesquisa, percebeu-se que, na maioria dos casos, a avaliação da usabilidade ocorreu após o projeto e desenvolvimento das ferramentas, cabendo aos usuários utilizá-las e avaliá-las. Apenas dois trabalhos avaliaram o processo de desenvolvimento de ferramentas.

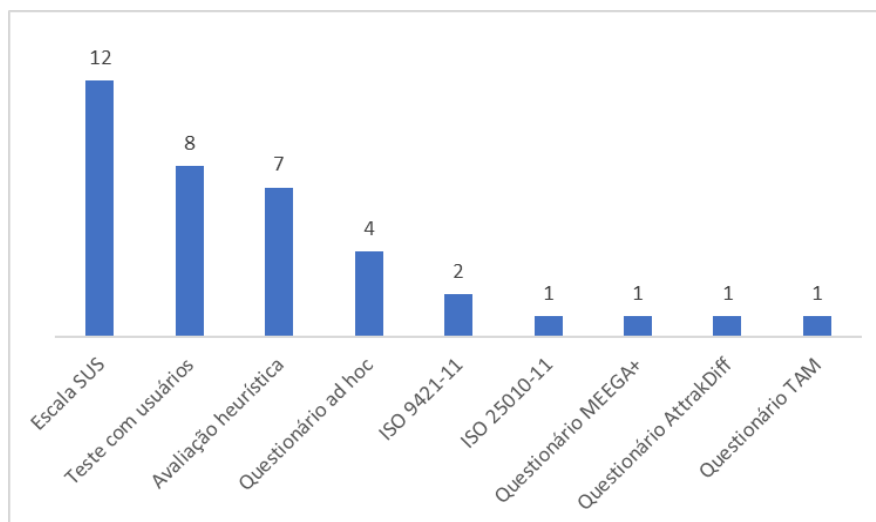
Ahmadi *et al.* (2012) desenvolveram uma plataforma *web* gamificada para auxiliar na programação de jogos (*AgentWeb*). Os testes eram feitos por sessões durante o desenvolvimento da plataforma. Em cada sessão, um ou dois alunos eram solicitados a utilizar a ferramenta e pequenos problemas encontrados eram corrigidos. Com isso, os autores conseguiram garantir que a plataforma atendesse à usabilidade esperada. No final, os autores realizaram também uma sessão de avaliação com quatro professores de informática do ensino médio. Os professores manifestaram *feedback* sobre como melhorar o ambiente para contextos de aprendizagem.

Maqsood e Chiasson (2021) projetaram e avaliaram uma ferramenta que auxilia no ensino de segurança cibernética (*A Day in the Life of the JOs*). As autoras aplicaram dois questionários em uma amostra de 25 crianças, com idades variando de 11 a 13 anos, que avaliaram um protótipo. As crianças utilizaram a ferramenta por três dias e, em seguida, responderam a um questionário, sendo submetidas a uma entrevista. Após os resultados do teste do protótipo e alguns itens melhorados, outro questionário (pós-teste) com sete perguntas foi aplicado, para crianças e professores. As autoras concluíram que após a avaliação da usabilidade no pré-teste e melhorias na ferramenta, sua usabilidade foi avaliada mais positivamente, passando pelo crivo dos professores, que demonstraram interesse na utilização da ferramenta em suas aulas. No mapeamento sistemático realizado percebeu-se que muitos trabalhos avaliaram ferramentas de ensino gamificadas já desenvolvidas, não sendo os autores da avaliação os responsáveis pelo desenvolvimento.

Visando responder a terceira questão de pesquisa, os métodos utilizados para avaliar a usabilidade das ferramentas variaram, em geral, em nove possibilidades. Ressalta-se que a *System Usability Scale*, proposta por Brooke (1996), foi o método mais utilizado, aparecendo em 12 trabalhos. Em segundo lugar está o Teste com Usuários, relatado em oito artigos. Em seguida, a avaliação heurística, proposta por Nielsen (1993), aparecendo em sete trabalhos diferentes. Questionários *ad hoc* adaptados apareceram em quatro artigos e questionários baseados na ISO 9241-11 em dois trabalhos. Finalmente, aparecendo em um trabalho cada, tem-se: questionário baseado na ISO 25010-11, questionário MEEGA+, questionário Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM) e questionário *AttrakDiff*. A Figura 2 sintetiza os métodos utilizados.

Para responder a última pergunta de pesquisa, ressalta-se que a maioria das ferramentas avaliadas apresentou boa usabilidade. No caso da avaliação realizada com a escala SUS, se esta alcançar 68 ou mais pontos, considera-se que o sistema possui boa usabilidade. No mapeamento sistemático conduzido nesta pesquisa, ao ser verificada a aplicação do método nos artigos identificados, a maioria dos trabalhos apresentou pontuação acima de 68. No que se refere a este aspecto, podem ser destacados os artigos de Silva Júnior *et al.* (2021), no qual aconteceu a maior pontuação (92,56), e o estudo de Andrade *et al.* (2020), que foi o único trabalho que apresentou pontuação inferior a 68

pontos (54,43). Quando adotado o teste com usuários, todas as ferramentas apresentaram boa usabilidade. Na avaliação heurística, os especialistas validaram positivamente a usabilidade de todas as ferramentas avaliadas.



**Figura 2. Seleção e filtragem dos trabalhos. Fonte: Os autores.**

Como ameaças à validade desta pesquisa, os autores apontam duas questões. A primeira se refere às bibliotecas selecionadas. Como foram selecionadas quatro bases de dados, apesar de renomadas em pesquisas de estudos primários, outros veículos de publicações poderiam ser incluídos na pesquisa, abrindo a possibilidade de identificação de outros trabalhos relevantes. A segunda ameaça se refere à pesquisa manual, pois embora essa fase tenha sido bem planejada e executada, alguma falha humana pode ter ocorrido, deixando de incluir algum trabalho relacionado ao tema. Visando minimizar essa ameaça, os trabalhos identificados foram revisados pelos dois pesquisadores autores deste estudo, com o objetivo de resolver possíveis divergências.

## 5. Considerações Finais

As ferramentas de ensino gamificadas identificadas nessa pesquisa, bem como seus respectivos métodos de avaliação de usabilidade, buscam melhorar a experiência de seus usuários com conteúdos educacionais, proporcionando motivação frente aos métodos tradicionais de ensino. Esta pesquisa permitiu a identificação de ferramentas educacionais gamificadas e suas respectivas avaliações de usabilidade, bem como os métodos utilizados para essa finalidade, contando com 32 artigos coletados em quatro bases de dados de alta expressividade no meio acadêmico. É preciso salientar que a avaliação da usabilidade das ferramentas gamificadas ocorreu, na maioria dos casos, quando elas já estavam em funcionamento e que a avaliação durante o processo de desenvolvimento pode garantir melhores resultados.

Dentre os trabalhos identificados no mapeamento sistemático conduzido, poucos apresentaram, de fato, o que deveria ser melhorado nas ferramentas, tampouco propuseram soluções para os problemas encontrados, limitando-se apenas à avaliação da usabilidade. Como trabalho futuro, sugere-se estudos com vistas à proposição de um método unificado que possa ser mais indicado para a avaliação da usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas.

## Referências

- Ahmadi, N. *et al.* (2012). “Engineering an open-web educational game design environment”, In: 19th Asia-Pacific Software Engineering Conference, pages 867-876.
- Alami, D. and Dalpiaz, F. (2017). “A gamified tutorial for learning about security requirements engineering”, In: 25th International Requirements Engineering Conference, pages 418-423.
- Anderson, P. E. *et al.* (2014). “An extensible online environment for teaching data science concepts through gamification”, In: 2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings, pages 1-8.
- Andrade, P. *et al.* (2020). “Evaluating the effects of introducing three gamification elements in STEM educational software for secondary schools”, In: Proceedings of the 32nd Australian Conference on Human-Computer-Interaction, pages 220-232.
- Andrade, P. and Law, E. L-C. (2021). “Can educational software support learning in the global north and south equally? A comparison case study”, In: 34th British HCI Conference, pages 294-305.
- Barbosa, S. D. J e Silva, B. S. (2010). *Interação Humano-Computador*, Elsevier.
- Brooke, J. (1996). “SUS: a quick and dirty usability scale”, *Usability Evaluation in Industry*, v. 189, n. 194, p. 4-7.
- Browne, K. and Anand, C. (2013). “Gamification and serious game approaches for introductory computer science tablet software”, In: Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications, pages 50-57.
- Cáceres, S. V. and Pow-Sang, J. A. (2018). “A systematic mapping review of usability evaluation methods for educational applications on mobile devices”, In: 7th International Conference on Software Process Improvement, pages 59-68.
- Cruz, B. *et al.* (2018). “A mobile game to practice arithmetic operations reasoning”, In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pages 2003-2008.
- Dyba, T. *et al.* (2007). Applying systematic reviews to diverse study types: An experience report. In: First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, pages 225–234.
- González, C. S. *et al.* (2013). “Inclusive educational software design with agile approach”, In: Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, pages 149–155.
- González, C. *et al.* (2014). “EMATIC: an inclusive educational application for tablets”, In: Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction, pages 1-8.
- Iquiria, D. *et al.* (2021). “Enhancing software engineering courses with a mobile gamified platform: results of a mixed approach”, In: 2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), pages 534-537.

- Kajiyama, T. and Satoh, S. (2012). “An interactive exploration system that visually supports learning of country features”, In: Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children, pages 292–295.
- Khosravi, H. *et al.* (2020). “Development and adoption of an adaptive learning system: reflections and lessons learned”, In: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, pages 58-64.
- López-Pernas, S. *et al.* (2021). “Escapp: a web platform for conducting educational escape rooms”, IEEE Access, v. 9, p. 38062-38077.
- Maqsood, S. and Chiasson, S. (2021). “Design, development, and evaluation of a cybersecurity, privacy, and digital literacy game for tweens”, ACM Transactions on Privacy and Security, v. 24, n. 4, p. 1-37.
- Nakagawa, F. H. *et al.* (2013). “Inclusion of teaching slides in games: analysis of the efficiency, effectiveness and satisfaction”, IEEE Latin America Transactions, v. 11, n. 6, p. 1372-1377.
- Napoleão, B. M. (2019). “Estabelecendo uma *string* de busca para a identificação de estudos secundários na engenharia de software”, Dissertação (Mestrado em Informática), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 52 f.
- Nielsen, J. (1993). Usability Engineering, Academic Press.
- Nielsen, J. (1994). “Enhancing the explanatory power of usability heuristics”, In: Proceedings of ACM CHI’94, pages 152-158.
- Oliveira, M. S. *et al.* (2018). “Aplicação da gamificação no ensino: um estudo sobre algumas lacunas apresentadas na literatura”, In XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Paiva, L. O. *et al.* (2022). “To the next level! An exploratory study on the influence of user experience on the acceptance of a gamified learning platform”, In: Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education, pages 281-288.
- Paracha, S. *et al.* (2020). “Design, development, and usability of a virtual environment on moral, social, and emotional leaning”, International Journal of Virtual and Personal Learning Environments, v. 10, n. 2, p. 50-65.
- Paz, F. and Pow-Sang, J. A. (2015). “Usability evaluation methods for software development: A systematic mapping review”, In: 8th International Conference on Advanced Software Engineering & Its Applications, pages 1-4.
- Pereira, D. E. F. *et al.* (2021). “Ferramentas de apoio ao ensino introdutório de programação: um mapeamento sistemático”, RENOTE, v. 18, n. 2, p. 491–500.
- Petersen, K. *et al.* (2008). “Systematic mapping studies in software engineering”, In: 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pages 1–10.
- Petersen, K. *et al.* (2015). “Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update”, Information and Software Technology, v. 64, p. 1-18.

- Pombo, L. and Marques, M. M. (2019). "Educational mobile augmented reality eduPARK game: does it improve students learning?", In: 15th International Conference Mobile Learning, pages 19-26.
- Pratama, M. S. P. *et al.* (2021). "Modeling reproductive health educational games for early childhood using goal-directed design", In: International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4th International Conference on Computational Science and Information Management, pages 27-30.
- Raffaele, C. *et al.* (2018). "An active tangible user interface framework for teaching and learning artificial intelligence", In: 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces, pages 535–546.
- Rincon-Flores, E. G. *et al.* (2022). "Gamit! Interactive platform for gamification", In: IEEE Global Engineering Education Conference, pages 10-13.
- Rocha, T. *et al.* (2019). "Using game-based technology to enhance learning for children with learning disabilities: a pilot study", In: Proceedings of the 3rd International Conference on Education and E-Learning, pages 89–94.
- Rossano, V. *et al.* (2021). "Math is magic: an adaptive serious game to reinforce math competences", In: Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, pages 162-166.
- Rubin, J. (1994). Handbook of Usability Testing, John Wiley & Sons.
- Shim, J. *et al.* (2016). "The effects of a robot game environment on computer programming education for elementary school students", IEEE Transactions on Education, v. 60, n. 2, p.164-172.
- Silva Júnior, J. N. *et al.* (2021). "Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions", Education for Chemical Engineers, v. 34, p. 106-114.
- Silva Júnior, J. N. *et al.* (2020). "Interactions 500: design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding students in the review of intermolecular forces during the COVID-19 pandemic", Journal of Chemical Education, v. 97, n. 11, p. 4049-4054.
- Silvervarg, A. and Mansson, K. (2018). "How do you introduce an agent? - The effect of introduction type on how a teachable agent is experienced by students", In: Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents, pages 29-34.
- Sobrino-Duque R. *et al.* (2022). "Evaluating a gamification proposal for learning usability heuristics: Heureka", International Journal of Human-Computer Studies, v. 161, p. 102774.
- Sommerville, I. (2003). Engenharia de Software, Addison Wesley.
- Souza, V. F. *et al.* (2021). "Verificação de usabilidade em software educativo: uma avaliação prospectiva em objetos de aprendizagem sobre genética", Revista Educar Mais, v. 5, n. 5, p. 1203-1218.

- Tsopra, R. *et al.* (2020). "AntibioGame®: a serious game for teaching medical students about antibiotic use", *International Journal of Medical Informatics*, v. 136, p. 104074.
- Zakaria, N. S. *et al.* (2020). "Assessing Ethoshunt as a gamification-based mobile app in ethics education: pilot mixed-methods study", *JMIR Serious Games*, v. 8, n. 3.
- Wang, A. I. *et al.* (2008). "An evaluation of a mobile game concept for lectures", In: *21st Conference on Software Engineering Education and Training*, pages 197-204.
- Wihidayat, E. S. *et al.* (2018). "Learn arabic language app, mobile based application for self-directed learning", In: *4th International Conference on Education and Technology*, pages 13-17.