



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTISMO SUSTENTÁVEL
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

EDILSON ROGÉRIO CUAMBE

**Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o Uso da Gamificação no
Ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados**

**REDENÇÃO - CE
2025**

Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o Uso da Gamificação no Ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (IEDS), da Coordenação do Curso de Engenharia de Computação, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Tales Paiva Nogueira

Redenção - CE

2025

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Cuambe, Edilson Rogério.

C961m

Mapeamento sistemático da literatura sobre o uso da gamificação no ensino de algoritmos e estruturas de dados / Edilson Rogério Cuambe. - Redenção, 2025.
66f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Computação, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Tales Paiva Nogueira.

1. Gamificação. 2. Ensino de Algoritmos. 3. Estruturas de Dados. 4. Mapeamento Sistemático. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 371.397

Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o Uso da Gamificação no Ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Computação, do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro de Computação.

Aprovada em: 21/05/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Prof. Dr. Tales Paiva Nogueira (Orientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab)

Prof. Dr. Nicolas De Almeida Martins

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab)

Prof. Dr. Ramon Rosa Maia Vieira Junior

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab)

Redenção - CE

2025

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha mãe, Sônia José Antônio Rodrigues, ao meu pai, Rogério Estevão Cuambe, e aos meus tios, Ana Domingas Matangue Cuambe e Constantino Estevão Cuambe, pois sem eles este título não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar minha sincera gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste projeto.

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, Professor Doutor Tales Paiva Nogueira, cuja orientação firme, conselhos valiosos e apoio constante foram fundamentais para a concretização deste trabalho e para minha formação acadêmica.

Aos meus irmãos, Charlen Rogério Cuambe e Yuran Rogério Cuambe, pelo incentivo e suporte incondicional durante toda a minha trajetória.

Aos meus amigos, em especial a Elencio Calado Costume Zivane, com quem compartilhei desafios e conquistas desde 2017, e à minha parceira, Shania Orlando Zibia, que esteve presente nos momentos mais difíceis e alegres, oferecendo apoio e compreensão.

Aos acolhedores Sirilo Lourenço, Jonas Israel, Antonio Paulo Uamba e Tamires Mendes, que me receberam calorosamente na chegada à UNILAB, proporcionando um ambiente acolhedor e motivador.

À Adriana Chianica, amiga desde a minha saída de Moçambique até o Brasil, com quem compartilhei experiências marcantes e inesquecíveis.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, colaboraram para que este momento se tornasse possível, fazendo parte desta jornada acadêmica.

Resumo

A gamificação, quando aplicada ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, tem mostrado potencial para aumentar o engajamento, a motivação e a retenção de conhecimento dos estudantes. Este trabalho apresenta um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso da gamificação nesse contexto, com o objetivo de identificar as principais estratégias, avaliar seus impactos no ensino e apontar lacunas e oportunidades para futuras pesquisas. A análise dos estudos selecionados revelou uma ampla diversidade de técnicas, elementos de jogos e gêneros utilizados, evidenciando a flexibilidade da gamificação para atender a diferentes perfis de estudantes e necessidades pedagógicas. A revisão aponta que a gamificação tem potencial para tornar o aprendizado de conceitos complexos, como Algoritmos e Estruturas de Dados, mais acessível e interativo. No entanto, algumas lacunas, como a aplicação em tópicos mais avançados e a falta de estudos com amostras maiores, foram identificadas, indicando áreas a serem exploradas em pesquisas futuras.

Palavras-chave: Gamificação; Ensino de Algoritmos; Estruturas de Dados; Mapeamento Sistemático.

Abstract

Gamification, when applied to the teaching of Algorithms and Data Structures, has demonstrated potential to increase student engagement, motivation, and knowledge retention. This paper presents a systematic mapping of the literature on the use of gamification in this context, aiming to identify key strategies, evaluate their impacts on teaching, and highlight gaps and opportunities for future research. The analysis of the selected studies revealed a wide variety of techniques, game elements, and genres employed, demonstrating gamification's flexibility to accommodate different student profiles and pedagogical needs. The review suggests that gamification has the potential to make the learning of complex concepts, such as Algorithms and Data Structures, more accessible and interactive. However, some gaps were identified, including the application to more advanced topics and the lack of studies with larger sample sizes, indicating areas for further investigation in future research.

Keywords: Gamification; Teaching of Algorithms; Data Structures; Systematic Mapping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo MDA: Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas aplicadas à Gamificação	7
Figura 2 – Modelo Octalysis: Oito Motivações Centrais da Gamificação segundo Chou (2015)	7
Figura 3 – Representação hierárquica da Taxonomia de Bloom Revisada, com níveis cognitivos dispostos do mais simples ao mais complexo, indicando a progressão do aprendizado (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001).	8
Figura 4 – Fluxograma PRISMA 2020 do processo de seleção dos estudos	24
Figura 5 – Distribuição temporal dos estudos selecionados (2010–2024)	36
Figura 6 – Frequência de elementos gamificados nos estudos analisados (ordem crescente)	38
Figura 7 – Tópicos de algoritmos e estruturas de dados abordados com gamificação (em ordem crescente)	41
Figura 8 – Distribuição dos gêneros de gamificação nos estudos analisados	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelo ARCS de Motivação e sua Aplicação em Gamificação (KELLER, 1987).	10
Tabela 2 – Comparativo entre Gamificação Superficial e Significativa segundo (NI-CHOLSON, 2015)	11
Tabela 3 – Definição dos elementos do modelo PICOS para o mapeamento sistemático.	18
Tabela 4 – Resumo das buscas por base de dados	21
Tabela 5 – Resumo do processo de seleção dos estudos (PRISMA 2020)	23
Tabela 6 – Resumo dos Estudos Selecionados sobre Gamificação em Algoritmos e Estruturas de Dados	34
Tabela 7 – Tabela de presença dos elementos gamificados nos estudos analisados	39
Tabela 8 – Tópicos de algoritmos e estruturas de dados abordados com gamificação nos estudos analisados.	40
Tabela 9 – Gêneros de gamificação presentes nos estudos analisados.	43

1 LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VAI Visualization of Abstract Ideas

EE Enhanced Examination

SCE Social and Collaborative Engagement

MSL Mapeamento Sistemático da Literatura

RSL Revisão Sistemática da Literatura

IEDS Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável

UNILAB Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

MDA Mecânica, Dinâmica e Estética (modelo de design de jogos)

ARCS Modelo ARCS de Motivação: Atenção, Relatividade, Confiança e Satisfação

PICOS Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design

PRISMA 2020 Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (versão 2020)

SUMÁRIO

Lista de ilustrações	9
Lista de tabelas	10
1 LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
Sumário	12
2 Introdução	1
2.1 Problema e Objetivos	3
2.1.1 Problema	3
2.1.2 Objetivos	3
3 Referencial Teórico	6
4 Trabalhos Relacionados	13
5 Metodologia	16
5.1 Definição dos elementos PICOS	17
5.2 Critérios de Inclusão e Exclusão	18
5.3 Fontes de Busca	19
5.4 String de Busca	20
5.5 Processo de Seleção dos Estudos	21
5.6 Extração e Análise dos Dados	21
5.7 Processo de Seleção dos Estudos	22
5.8 Estudos Selecionados	25
6 Resultados	33
6.1 Análise Temporal	35
6.2 QP1: Quais são os elementos gamificados mais aplicados no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados?	36
6.3 QP2: Quais tópicos de Algoritmos e Estruturas de Dados são mais (ou menos) abordados com a gamificação?	39
6.4 QP3: Quais gêneros de gamificação aparecem nos estudos analisados?	42
6.5 QP4: Quais desafios e limitações os estudos reportam na aplicação da gamificação em Algoritmos e Estruturas de Dados?	45
7 Discussão	47

8 Conclusão	49
Referências	50

2 INTRODUÇÃO

O ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados representa um dos maiores desafios na formação de estudantes de Computação, sendo frequentemente associado a dificuldades significativas de aprendizagem e, em muitos casos, à desmotivação dos alunos (SOBRAL, 2021; BARBOSA; JUNIOR, 2013). Essas disciplinas exigem abstração, lógica e compreensão de conceitos que nem sempre são imediatamente intuitivos, o que pode comprometer o desempenho acadêmico (SOBRAL, 2021). Esse cenário, aliado ao uso predominante de métodos pedagógicos tradicionais — como aulas expositivas e exercícios mecânicos —, tem sido apontado como um fator que contribui para a desistência ou interrupção dos estudos em cursos da área (BARBOSA; JUNIOR, 2013).

Nos últimos anos, novas abordagens pedagógicas vêm sendo exploradas com o intuito de tornar o processo de aprendizagem mais atrativo e dinâmico. Entre essas estratégias, destaca-se a gamificação, definida como o uso de elementos e mecânicas de jogos em contextos não lúdicos, como a educação (DETERDING et al., 2011; WERBACH; HUNTER, 2012). A gamificação tem-se mostrado uma ferramenta promissora para promover maior engajamento, estimular a participação ativa dos estudantes e facilitar a compreensão de conceitos complexos (HAMARI; KOIVISTO; SARSA, 2014; PAPADAKIS; KALOGIANNAKIS, 2023).

Ao introduzir elementos como pontos, níveis, desafios, rankings e narrativas interativas, a gamificação busca transformar a sala de aula em um ambiente mais dinâmico, motivador e centrado no aluno (SAILER et al., 2017; LI; MA; SHI, 2023). Evidências empíricas demonstram que essa abordagem pode melhorar significativamente a retenção do conhecimento e a motivação intrínseca dos estudantes (SAILER et al., 2017; LI; MA; SHI, 2023). Além disso, a integração entre gamificação e recursos visuais — como simulações e animações — tem se mostrado particularmente eficaz no ensino de estruturas de dados ao ajudar os alunos a visualizar e manipular conteúdos abstratos de forma mais concreta e intuitiva (GRIVOKOSTOPOULOU; PERIKOS; HATZILYGEROUDIS, 2017a).

O ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados é, tradicionalmente, fundamentado em abordagens expositivas, resolução de exercícios em papel e práticas de codificação em ambientes formais. Contudo, estudos apontam que esse modelo, centrado na teoria e na abstração, pode ser insuficiente para garantir a compreensão profunda e o engajamento dos estudantes. As metodologias tradicionais são frequentemente associadas à frustração, desmotivação e até mesmo

à evasão, sobretudo entre iniciantes, conforme apontam (SOBRAL, 2021; OLIVEIRA; SILVA; ANDRADE, 2017; SOUZA; RIBEIRO, 2020).

De acordo com Sobral (2021), os métodos convencionais costumam apresentar limitações na promoção do pensamento computacional e na aplicação prática do conhecimento. Nesse cenário, surge a proposta de incorporar jogos educacionais como estratégias alternativas ou complementares de ensino, com o objetivo de proporcionar experiências mais significativas e envolventes (PAPADAKIS; KALOGIANNAKIS, 2023; LI; MA; SHI, 2023).

Jogos educacionais voltados ao ensino de estruturas de dados e algoritmos têm demonstrado eficácia ao combinar interatividade, visualização e feedback imediato, favorecendo a aprendizagem ativa e significativa, em consonância com os princípios defendidos por Ausubel (1968) e Vygotsky (1978). Exemplos como o *Sortia 2.0* (BATTISTELLA et al., 2016), direcionado ao ensino de ordenação via Heapsort, mostraram melhorias expressivas na compreensão e motivação dos alunos. Da mesma forma, o módulo instrucional baseado em jogos proposto por Rajeev e Sharma (2019) apresentou efeitos positivos tanto no desempenho acadêmico quanto no engajamento discente.

Comparando com métodos tradicionais, os jogos trazem vantagens evidentes. Enquanto as abordagens convencionais exigem que o estudante abstraia mentalmente os passos de um algoritmo, jogos como o descrito por Zhang et al. (2015) permitem que esses passos sejam visualizados e manipulados diretamente em um ambiente lúdico, facilitando a retenção do conhecimento. Além disso, segundo Li, Ma e Shi (2023) e Hamari, Koivisto e Sarsa (2014), a gamificação contribui para a satisfação das necessidades psicológicas básicas — autonomia, competência e pertencimento — elementos fundamentais segundo a Teoria da Autodeterminação (RYAN; DECI, 2000).

Autores como Lee e Hammer (2011) e Shahid et al. (2019) destacam ainda que a aplicação de elementos de jogos em contextos educacionais favorece a persistência, a superação do medo de errar e a experimentação ativa, algo raramente viabilizado por aulas tradicionais. Isso é especialmente importante em algoritmos, onde o erro é parte natural e construtiva do processo de aprendizagem.

Estudo como o de Spanier, Harms e Hastings (2021) indica que os jogos educacionais, além de promoverem maior motivação e performance, também se mostram eficazes para desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração — competências essenciais para a formação em Computação (KUMAR et al., 2023).

Assim, ao contrastar os métodos tradicionais com as abordagens baseadas em jogos, observa-se que estas últimas não apenas superam algumas deficiências pedagógicas dos métodos convencionais, mas também promovem uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e centrada no estudante. Tal evidência fortalece o argumento pela integração de jogos sérios e gamificação no currículo de Algoritmos e Estruturas de Dados.

Dante disso, este trabalho propõe a realização de um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, tendo como objetivo identificar as estratégias mais utilizadas, categorizar os elementos gamificados empregados, avaliar seus efeitos sobre a aprendizagem e apontar lacunas para futuras pesquisas. Acredita-se que a sistematização dessas informações possa contribuir para a construção de abordagens pedagógicas mais eficazes e engajadoras, capazes de responder aos desafios contemporâneos do ensino superior em Computação.

2.1 PROBLEMA E OBJETIVOS

2.1.1 PROBLEMA

Apesar dos avanços tecnológicos e de diversas iniciativas pedagógicas, a complexidade e a abstração presentes nas disciplinas de Algoritmos e Estruturas de Dados continuam dificultando o aprendizado de muitos estudantes. A predominância de métodos de ensino pouco interativos agrava esse cenário, contribuindo para desinteresse, frustração e altas taxas de evasão (SOBRAL, 2021; OLIVEIRA; SILVA; ANDRADE, 2017; SOUZA; RIBEIRO, 2020). Embora estudos apontem benefícios da gamificação, ainda se observa uma escassez de propostas que sistematizem seu uso de forma consolidada e funcional, o que dificulta a adoção consistente dessas estratégias no contexto educacional (SOBRAL, 2021; SOUZA; RIBEIRO, 2020).

2.1.2 OBJETIVOS

Dante desse cenário, o presente trabalho propõe realizar um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. A questão de pesquisa principal deste trabalho é:

"Quais são as principais abordagens atuais de gamificação aplicadas ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados e como elas impactam no engajamento e no processo de ensino?"

Além disso, as questões secundárias que orientam a pesquisa são:

1. Quais são os elementos gamificados mais aplicados no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados?
2. Quais tópicos de Algoritmos e Estruturas de Dados são mais (ou menos) abordados com a gamificação?
3. Quais gêneros de gamificação aparecem nos estudos analisados?
4. Quais desafios e limitações os estudos reportam na aplicação da gamificação em estrutura de dados e algoritmos?

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Mapear e categorizar as estratégias gamificadas: Identificar e classificar técnicas, elementos e gêneros de gamificação aplicados ao ensino dessas disciplinas.
2. Avaliar os impactos no ensino: Examinar como as estratégias baseadas em gamificação nessas disciplinas influenciam no engajamento, na motivação, na retenção do conhecimento e no desempenho acadêmico dos alunos.
3. Identificar lacunas e propor direções futuras: Detectar tópicos pouco abordados e desafios metodológicos, propondo caminhos para novas investigações.

Este trabalho está organizado em quatro capítulos principais, os quais oferecem suporte à análise e discussão das estratégias baseadas em gamificação aplicadas ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.

No Capítulo 3, apresenta-se o referencial teórico, que discute os conceitos fundamentais relacionados à gamificação no contexto educacional, bem como os desafios do ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. Esse capítulo também explora os modelos teóricos que embasam o uso da gamificação no processo de ensino-aprendizagem.

O Capítulo 4 é dedicado à análise de estudos relacionados, abordando pesquisas que investigam o uso de jogos e gamificação no ensino de programação, com destaque para contribuições e limitações metodológicas identificadas na literatura.

Em seguida, o Capítulo 5 descreve detalhadamente o protocolo metodológico adotado, fundamentado nas diretrizes do PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews

and Meta-Analyses) (PAGE et al., 2021) e no modelo PICOS, incluindo os critérios de inclusão e exclusão, fontes de busca, string de pesquisa, processo de seleção e análise dos dados.

Por fim, no Capítulo 6, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos estudos selecionados, com a categorização dos elementos da gamificação, os principais elementos utilizados, os tópicos de ensino contemplados, as lacunas identificadas na literatura e as implicações pedagógicas observadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A aplicação de estratégias de ensino mais dinâmicas tem sido cada vez mais necessária nas salas de aula, especialmente no ensino de algoritmos, uma disciplina frequentemente percebida como abstrata, complexa e desafiadora pelos estudantes (OLIVEIRA; SILVA; ANDRADE, 2017; SOUZA; RIBEIRO, 2020). Devido à sua natureza lógica e sequencial, o ensino de algoritmos demanda níveis elevados de raciocínio e abstração, o que pode gerar desmotivação e ansiedade entre os alunos, particularmente aqueles com menor afinidade com a área de Computação (SOBRAL, 2021; OLIVEIRA; SILVA; ANDRADE, 2017; SOUZA; RIBEIRO, 2020).

Nesse contexto, a gamificação destaca-se como uma estratégia que visa transformar o processo de ensino-aprendizagem por meio da utilização de elementos típicos dos jogos, como pontos, níveis, recompensas e rankings, em contextos não lúdicos — como a educação — com o objetivo de aumentar o engajamento, a motivação e a participação dos alunos (WERBACH; HUNTER, 2012). Conforme Deterding et al. (2011, p. 10): Gamificação é o uso de elementos de design de jogos em contextos que não são jogos. Trata-se, portanto, de uma metodologia que não se limita à diversão, mas sim à aplicação intencional de mecanismos motivacionais para promover o envolvimento ativo no aprendizado.

No campo educacional, a gamificação tem ganhado destaque por promover experiências de aprendizagem mais dinâmicas, interativas e centradas no estudante (LEE; HAMMER, 2011). A teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (1968), reforça esse potencial ao afirmar que a assimilação eficaz de novos conhecimentos depende de sua vinculação a estruturas cognitivas previamente existentes. Ao utilizar narrativas, metáforas e desafios contextualizados, a gamificação favorece essa ancoragem, permitindo que os estudantes relacionem o conteúdo novo ao que já sabem, tornando o aprendizado mais significativo.

Para orientar o desenvolvimento de experiências gamificadas produtivas, diversos modelos teóricos têm sido utilizados. Dentre eles, destaca-se o modelo MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética — *Mechanics, Dynamics, and Aesthetics*), proposto por Hunnicke, LeBlanc e Zubek (2004).

O framework MDA formaliza o consumo dos jogos ao dividi-los em seus componentes distintos: Mecânicas descrevem os componentes particulares do jogo, no nível de representação de dados e algoritmos; Dinâmicas descrevem o comportamento em tempo real das mecânicas agindo sobre as entradas do jogador e as saídas umas das outras ao longo do tempo; Estéticas descrevem as res-

postas emocionais desejáveis evocadas no jogador, quando ela interage com o sistema do jogo (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004, p. 2).

Esse modelo organiza o design de jogos em três níveis: *mechanics* (regras, pontos, desafios), *dynamics* (interações resultantes das mecânicas, como cooperação ou competição) e *aesthetics* (experiências emocionais e imersão narrativa), como mostrado na Figura 1.

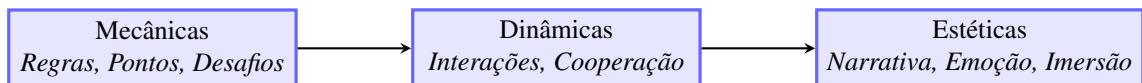


Figura 1 – Modelo MDA: Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas aplicadas à Gamificação.

Complementarmente, o modelo Octalysis, proposto por Chou (2015), apresentado na Figura 2, estrutura os elementos de gamificação em oito motivações centrais, como conquista, pertencimento, curiosidade, escassez e empoderamento, permitindo uma construção mais estratégica e personalizada da experiência educativa.



Figura 2 – Modelo Octalysis: Oito Motivações Centrais da Gamificação segundo Chou (2015)

No contexto educacional, os elementos gamificados mais comuns incluem: pontuação, níveis, feedback imediato, rankings, desafios progressivos e storytelling. Esses elementos, quando bem integrados ao conteúdo pedagógico, contribuem para o desenvolvimento de competências como autonomia, curiosidade e resiliência frente às tarefas de aprendizagem (SAILER et al., 2017).

Além disso, os fundamentos da neuroeducação sugerem que o uso de recompensas e estímulos positivos, característicos da gamificação, pode gerar liberação de dopamina no cérebro, fortalecendo a retenção da informação e a disposição para o aprendizado (JENSEN, 2005). Isso é particularmente relevante no ensino de algoritmos, onde o raciocínio lógico e a resolução de problemas exigem níveis elevados de atenção e motivação.

Com base na Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), ilustrada na Figura 3, que estrutura os níveis de aprendizagem em categorias hierárquicas — lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar —, é possível desenvolver atividades gamificadas que respeitem as fases do aprendizado e favoreçam o desenvolvimento cognitivo progressivo. A proposta de integrar a gamificação com a Taxonomia de Bloom permite não apenas melhorar o engajamento, mas também aprofundar a compreensão dos conteúdos trabalhados, promovendo uma aprendizagem mais efetiva e alinhada aos objetivos educacionais.

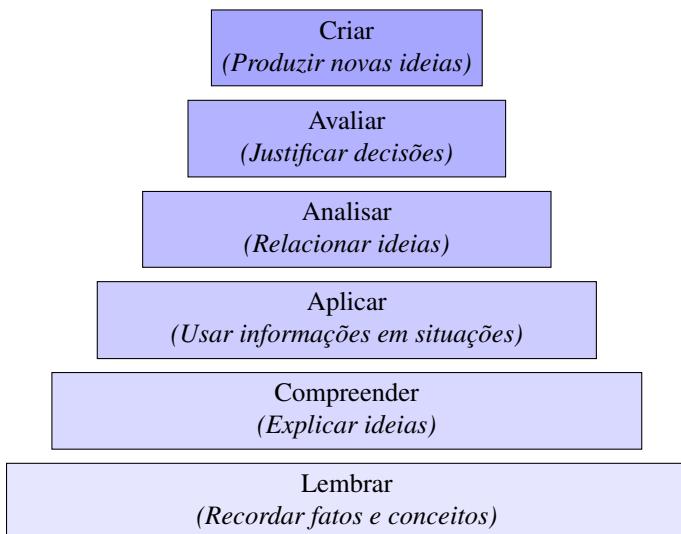


Figura 3 – Representação hierárquica da Taxonomia de Bloom Revisada, com níveis cognitivos dispostos do mais simples ao mais complexo, indicando a progressão do aprendizado (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001).

As bases da aprendizagem ativa também são fortemente aplicáveis neste contexto. Segundo Bruner (1961), a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando o aluno participa ativamente do processo, descobrindo conceitos e relações por si mesmo. A gamificação, ao oferecer desafios progressivos e feedback imediato, estimula exatamente esse tipo de envolvimento. Complementarmente, a teoria de Vygotsky sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) (VYGOTSKY, 1978) reforça a importância da mediação e do suporte na aprendizagem. A ZDP descreve a distância entre o nível de desenvolvimento real de um aluno, que ele pode alcançar

sozinho, e o nível de desenvolvimento potencial, que ele pode atingir com o auxílio de um parceiro mais experiente, como um professor ou colega. Vygotsky argumenta que a aprendizagem é mais eficaz quando ocorre dentro dessa zona, com o auxílio de interações sociais e apoio externo. No ambiente gamificado, isso pode ser traduzido por meio de dicas, pistas, níveis progressivos e interações colaborativas com colegas e professores, que ajudam o aluno a avançar para níveis mais altos de competência, superando desafios que seriam impossíveis de vencer sozinho. Esse tipo de mediação permite que o aluno atinja seu potencial máximo de aprendizagem, consolidando a ideia de que o conhecimento é socialmente construído e mediado.

Apesar de seus benefícios, é importante considerar também as limitações da gamificação. Quando mal implementada, ela pode gerar efeitos adversos, como foco exagerado em recompensas extrínsecas, perda de foco no conteúdo e até competição excessiva entre os alunos (HANUS; FOX, 2015). Por isso, seu uso deve ser sempre embasado em objetivos pedagógicos claros, com atenção ao equilíbrio entre engajamento e aprendizagem.

Nesse cenário, além dos modelos MDA e Octalysis, outras abordagens teóricas e críticas complementam a compreensão dos efeitos da gamificação no processo de ensino-aprendizagem. A seguir, são apresentadas algumas dessas contribuições, que ampliam a perspectiva sobre os impactos, os desafios e as possibilidades dessa estratégia pedagógica.

O modelo ARCS (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação), desenvolvido por Keller (1987) define quatro condições principais (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação) que precisam ser atendidas para que as pessoas se tornem e permaneçam motivadas. O modelo, apresentado na Tabela 1, destaca a importância de estratégias motivacionais alinhadas com os objetivos de aprendizagem. Esse modelo pode ser aplicado no design de experiências gamificadas ao propor mecanismos que capturem a atenção dos alunos (por meio de desafios e variações), estabeleçam relevância (conectando o conteúdo aos objetivos pessoais dos discentes), promovam confiança (permitindo progressão gradual) e assegurem satisfação (com recompensas e feedback positivo).

Pilar ARCS	Descrição	Aplicação na Gamificação
Atenção	Estimular a curiosidade e manter o interesse	Uso de narrativas envolventes, surpresas, elementos visuais atraentes
Relevância	Relacionar o conteúdo aos objetivos e experiências dos alunos	Conectar o jogo à realidade do estudante, usar contextos familiares
Confiança	Ajudar os alunos a acreditarem que podem ter sucesso	Progressão clara por níveis, dicas contextuais, liberdade para errar
Satisfação	Garantir que os alunos se sintam recompensados pela aprendizagem	Feedback imediato, recompensas simbólicas, sensação de conquista

Tabela 1 – Modelo ARCS de Motivação e sua Aplicação em Gamificação (KELLER, 1987).

Além disso, estudiosos têm proposto modelos de gamificação adaptativa, que ajustam a experiência de acordo com o perfil e a evolução do aluno, integrando dados de desempenho e preferências individuais (BUCKLEY; DOYLE, 2016; LOOYESTYN et al., 2017). Tais modelos visam equilibrar a motivação extrínseca (como recompensas e rankings) com a motivação intrínseca (curiosidade, superação pessoal e domínio do conteúdo), ampliando a eficácia da gamificação como ferramenta pedagógica.

Por outro lado, também existem críticas importantes à aplicação indiscriminada da gamificação no ensino. Autores como Nicholson (2015) argumentam que “muitos sistemas de gamificação focam em adicionar pontos, níveis, rankings, conquistas ou insígnias a um contexto do mundo real para atrair as pessoas a se engajarem com esse mundo real e assim ganharem essas recompensas”, o que pode levar à dependência de estímulos externos e reduzir a autonomia do estudante. Nesse sentido, defende-se a “gamificação significativa” (*meaningful gamification*), que valoriza a reflexão, a autonomia e a personalização da experiência de aprendizagem. A Tabela 2 resume as principais diferenças entre essas duas abordagens.

Característica	Gamificação Superficial	Gamificação Significativa
Foco principal	Recompensas extrínsecas (Pontos, prêmios)	Engajamento intrínseco e motivação pessoal
Papel do aluno	Receptor passivo de estímulos	Participante ativo e reflexivo
Exemplo típico	Sistema de pontuação sem contexto	Narrativas significativas e escólicas reais
Efeitos a longo prazo	Desmotivação após fim das recompensas	Aprendizagem autônoma e duradoura
Base teórica	Psicologia comportamental (recompensa)	Psicologia humanista (valores e significado)

Tabela 2 – Comparativo entre Gamificação Superficial e Significativa segundo (NICHOLSON, 2015)

Outro ponto relevante é a conexão da gamificação com o desenvolvimento de competências do século XXI, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e resolução de problemas complexos (TRILLING; FADEL, 2009). Estratégias bem planejadas podem ir além da memorização de conteúdos, promovendo habilidades essenciais para a atuação em cenários profissionais dinâmicos e tecnológicos.

Portanto, ao considerar a gamificação no contexto educacional, é necessário equilibrar entusiasmo e criticidade. O sucesso dessa abordagem depende de um projeto pedagógico fundamentado, que articule teorias da aprendizagem, objetivos educacionais claros e mecanismos lúdicos que façam sentido para os alunos. Quando bem utilizada, a gamificação pode se tornar uma ponte entre o desafio e o engajamento, promovendo um ensino mais ativo, contextualizado e significativo.

Métodos tradicionais de ensino — baseados em aulas expositivas, resolução de exercícios e avaliação sumativa — muitas vezes não dão conta da complexidade conceitual desses temas, especialmente quando aplicados a turmas heterogêneas e em contextos com pouca interação professor-aluno (PAPADAKIS; KALOGIANNAKIS, 2023). Essa situação contribui para altos índices de reprovação, desistência e desengajamento em disciplinas introdutórias de programação e algoritmos (SOBRAL, 2021).

Como alternativa a esse modelo, diferentes estratégias pedagógicas vêm sendo testadas: tutoria adaptativa, aprendizagem baseada em problemas, visualizações interativas e, mais recentemente, abordagens da gamificação no ensino (WERBACH; HUNTER, 2012; SAILER et

al., 2017). Estas últimas se destacam pelo seu potencial de tornar conceitos abstratos mais acesíveis por meio de metáforas lúdicas (DETERDING et al., 2011), desafios graduais (SHAHID et al., 2019) e feedback contínuo (PAPADAKIS; KALOGIANNAKIS, 2023).

Antes da consolidação da gamificação como abordagem pedagógica, o uso de jogos educacionais já era explorado no ensino de programação. Os chamados serious games — jogos com finalidade educacional — foram os primeiros a integrar objetivos didáticos com dinâmicas lúdicas e simulações visuais (GRIVOKOSTOPOULOU; PERIKOS; HATZILYGEROUDIS, 2016; GRIVOKOSTOPOULOU; PERIKOS; HATZILYGEROUDIS, 2017b).

Shahid et al. (2019), e. g. realizaram uma revisão sistemática da literatura e identificaram que a maioria dos jogos voltados ao ensino de programação se concentra em conteúdos introdutórios, como variáveis e estruturas condicionais, enquanto tópicos mais avançados — como árvores, ponteiros e recursão — são raramente contemplados. O estudo também destaca que muitos jogos ainda não incorporam elementos avaliativos significativos, como feedback automatizado ou mensuração teórica da motivação.

No entanto, apesar do crescimento do interesse acadêmico e da variedade de propostas, a literatura ainda carece de análises sistemáticas que categorizem essas abordagens de maneira comparativa. A maioria dos estudos adota escopos amplos, avaliações pontuais ou falta de critérios padronizados, o que dificulta a replicação e a síntese crítica dos resultados.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Para contextualizar a presente pesquisa, este trabalho identifica e discute estudos previamente realizados que se propuseram a realizar estudos secundários sobre o uso de gamificação no ensino de programação com ênfase em Algoritmos e Estruturas de Dados.

Shahid et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de jogos educacionais no ensino de programação fundamental. O estudo investiga quais tópicos do currículo da ACM são mais abordados por meio de jogos e identifica uma concentração em conteúdos introdutórios, como variáveis e estruturas condicionais, enquanto conceitos mais complexos, como recursão e ponteiros, são pouco explorados. Conforme os autores destacam: "A maior parte dos jogos foca em condicionais, iterações, variáveis e tipos de dados primitivos, enquanto recursão, listas encadeadas, referências e tipos abstratos de dados são os conceitos menos abordados nos jogos (SHAHID et al., 2019, p. 2)".

Para essa análise, os autores utilizaram como base o *Computer Science Curricula 2013*, documento oficial desenvolvido pela Association for Computing Machinery (ACM) para orientar os programas de graduação em Ciência da Computação (ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula, 2013). Os autores também analisam o uso de elementos do modelo MDA (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004) nas propostas avaliadas, destacando a predominância de mecânicas simples e a ausência de estratégias de avaliação mais consistentes, como feedback automático ou medição de motivação com modelos teóricos. Nesse sentido, apontam que “a maioria dos pesquisadores negligenciou muitos fatores que podem afetar os resultados, tais como o conhecimento do instrutor, o histórico dos estudantes, o ambiente onde o teste foi realizado, gênero, idade, etc.” (SHAHID et al., 2019, p. 5).

Diferente do presente trabalho, o estudo tem foco mais amplo e introdutório, sem considerar de forma específica a gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.

Spanier, Harms e Hastings (2021) propuseram um esquema de classificação para ferramentas gamificadas aplicadas ao ensino de estruturas de dados. Os autores destacam que a gamificação tem grande potencial para melhorar o engajamento, a motivação e a aprendizagem; porém, ainda faltam estudos formalizados e análises abrangentes na área:

A gamificação apresenta um grande potencial para melhorar o engajamento, motivação e aprendizagem em quase todas as áreas de estudo, incluindo a educação em ciência da computação. Contudo, carece de estudos formalizados e análises abrangentes na educação em ciência da computação e, portanto, o que

torna a gamificação efetiva ainda é uma questão chave (SPANIER; HARMS; HASTINGS, 2021, p. 1).

O estudo identifica três gêneros principais de gamificação, que são: Visualização de Ideias Abstratas (VAI), Exame Aprimorado (EE) e Engajamento Social e Colaborativo (SCE). Sobre a Visualização de Ideias Abstratas, os autores afirmam que: “devido à complexidade de conceitos como algoritmos de busca, árvores e outras estruturas de dados, a visualização eficaz dessas ideias permite que estudantes compreendam conceitos que seriam difíceis sem ela” (SPANIER; HARMS; HASTINGS, 2021, p. 3). O estudo apresenta exemplos práticos, como o *Cosmo Game* e o *Sort Attack*, mas não realiza análise aprofundada do impacto da gamificação no ensino, engajamento e retenção, que são explorados neste trabalho.

Julio et al. (2024) realizaram um mapeamento sistemático da literatura com foco exclusivo em jogos educativos voltados ao ensino da disciplina de Estrutura de Dados. O estudo identificou 16 jogos, analisando os conceitos abordados, os gêneros dos jogos e as metodologias utilizadas para testá-los com estudantes. Os resultados indicam que temas como pilha, fila, lista e árvores são os mais recorrentes, e que há uma predominância de avaliações baseadas em questionários próprios dos autores. Apesar de apresentar uma análise detalhada dos conteúdos e plataformas dos jogos, o trabalho não categoriza os elementos gamificados em gêneros ou tipos, tampouco investiga de forma sistemática o impacto desses jogos sobre o engajamento, motivação ou retenção do conhecimento dos estudantes. O presente estudo busca justamente complementar essa lacuna, oferecendo uma análise sistemática e focada em elementos de gamificação e sua aplicação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.

Barbosa e Junior (2013) realizaram um mapeamento sistemático com o objetivo de catalogar, classificar e analisar as abordagens e tecnologias utilizadas no apoio ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. O estudo identificou 15 publicações relevantes, abrangendo tópicos como listas, árvores, ordenação e vetores, e mapeou quatro tipos principais de abordagem: ferramentas digitais, jogos digitais, jogos não digitais e recursos multimídia. O trabalho foi conduzido com base no modelo de Mapeamento Sistemático proposto por Kitchenham e Charters (2007), incluindo planejamento, critérios de inclusão e extração estruturada dos dados. Apesar da abrangência dos tópicos, a análise revelou que a maioria dos estudos carece de avaliações empíricas estruturadas e que há uma predominância de ferramentas digitais em detrimento de jogos ou estratégias gamificadas. Diferentemente do presente trabalho, embora utilize um modelo metodológico, o estudo não explora de forma aprofundada os elementos gamificados

nem seu impacto direto no engajamento ou na retenção do conhecimento dos estudantes.

Diante do panorama apresentado, observa-se que diferentes autores já exploraram a aplicação da gamificação e jogos educacionais no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, com abordagens, escopos e resultados variados no ensino dessas disciplinas. Poucos estudos investigam sistematicamente o uso da gamificação como abordagem estruturada e seus impactos diretos no processo de ensino-aprendizagem. A maioria das revisões existentes adota escopos amplos ou metodologias pouco padronizadas, o que dificulta a replicação e a comparação dos resultados. Além disso, há uma carência de análises focadas na categorização dos elementos gamificados, nos gêneros utilizados e em indicadores pedagógicos como motivação, engajamento e retenção do conhecimento. O presente trabalho busca preencher essas lacunas por meio de um mapeamento sistemático fundamentado nas diretrizes do PRISMA 2020, utilizando o modelo PICOS como base metodológica, com o objetivo de fornecer uma síntese crítica e estruturada da literatura sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.

5 METODOLOGIA

Este trabalho adota o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) como abordagem metodológica para investigar o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.

Diferentemente da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que busca responder perguntas específicas por meio da síntese crítica aprofundada dos resultados de estudos primários, o Mapeamento Sistemático visa identificar, categorizar e quantificar a produção científica existente em uma área de interesse, proporcionando uma visão panorâmica e estruturada do tema.

Enquanto a RSL foca na avaliação detalhada dos efeitos e na síntese dos resultados, o MSL destaca-se por mapear lacunas, tendências e a distribuição dos estudos, sendo especialmente útil para áreas emergentes ou quando se deseja compreender o estado da arte de forma ampla e organizada.

A escolha do Mapeamento Sistemático neste trabalho é fundamentada na necessidade de se obter uma visão abrangente e atualizada sobre as diferentes abordagens, ferramentas e métodos de gamificação aplicados ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, identificando não apenas os impactos reportados, mas também as categorias de elementos gamificados e as metodologias empregadas. Essa abordagem permite, assim, fundamentar futuras investigações e orientar o desenvolvimento de estratégias educacionais mais eficazes.

A análise foi conduzida de forma qualitativa, classificando as abordagens da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados de acordo com o impacto na motivação, retenção de conhecimento e aplicabilidade prática dos métodos.

A estrutura teórica para esta análise baseia-se na Taxonomia de Bloom revisada, que considera diferentes níveis de aprendizagem, desde a recordação até a criação, conforme descrito por (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). A partir dessa classificação, serão identificados os elementos e gêneros mais adequados no ensino dessas disciplinas, considerando os benefícios e limitações de cada estratégia. A revisão foi conduzida com base no protocolo PRISMA 2020, que define um conjunto de diretrizes para assegurar transparência, reproduzibilidade e padronização no desenvolvimento de revisões sistemáticas. De acordo com Page et al. (2021), o PRISMA 2020 proporciona um arcabouço que permite relatar os procedimentos metodológicos com clareza e detalhamento, favorecendo a confiabilidade dos resultados e a comparação entre diferentes estudos.

A estruturação da questão de pesquisa e a definição dos critérios de elegibilidade basearam-

se no modelo PICOS (População, Intervenção, Comparação, Resultados e Tipos de Estudo). Este modelo é evolução do clássico PICO, utilizado amplamente em revisões sistemáticas na área da saúde, e que vem sendo adaptado para áreas como Engenharia de Software e Educação em Computação.

Embora Kitchenham e Charters (2007) não utilizem o modelo PICOS diretamente, eles recomendam o uso da estrutura PICO/PICOC como forma de garantir clareza e coerência entre os objetivos da revisão, a formulação das questões de pesquisa e os critérios de seleção dos estudos.

O uso da dimensão adicional “S” (*Study type*) segue as recomendações de revisões sistemáticas, conforme orientações de Moher et al. (2015), que destacam a necessidade de uma filtragem mais precisa dos estudos primários relevantes. A inclusão do tipo de estudo (S) permite uma categorização e uma avaliação mais específica, essencial para garantir que os estudos selecionados correspondam ao desenho metodológico necessário para responder adequadamente à questão de pesquisa. Além disso, autores como Liberati et al. (2009) corroboram a importância de considerar o "Study type" nas revisões, garantindo a inclusão apenas de estudos que atendam ao critério específico, o que melhora a validade das conclusões da revisão.

5.1 DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS PICOS

A Tabela 3 mostra descrições detalhadas dos elementos da ferramenta PICOS (População, Intervenção, Comparação, Resultados, Tipo de Estudo) aplicados ao contexto desta pesquisa. A definição de cada elemento permitiu uma reflexão sobre os elementos PICOS na perspectiva da gamificação para o ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados e contribuiu fortemente para a construção das strings de busca posteriormente aplicadas nas bases de trabalhos acadêmicos.

Elemento	Definição
P - População	Estudantes e professores de cursos superiores e técnicos envolvidos no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.
I - Intervenção	Aplicação de gamificação integrada com recursos educativos no ensino de estruturas de dados e algoritmos.
C - Comparação	Métodos tradicionais de ensino, baseados em aulas expositivas e exercícios teóricos, sem o uso de elementos gamificados ou recursos interativos.
O - Resultados	Engajamento, motivação, desempenho acadêmico e retenção do conhecimento dos alunos.
S - Tipo de Estudo	Estudos empíricos e estudos de caso publicados em periódicos, conferências.

Tabela 3 – Definição dos elementos do modelo PICOS para o mapeamento sistemático.

5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

A aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foi determinante para assegurar a qualidade e a relevância dos estudos analisados nesta pesquisa. Os critérios de inclusão orientaram a seleção de trabalhos que realmente contribuem para a discussão sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, considerando aspectos como escopo, idioma, tipo de publicação e acesso ao conteúdo completo. Já os critérios de exclusão serviram para filtrar publicações irrelevantes, repetidas ou que não apresentavam informações suficientes para análise. Esse processo de triagem foi essencial para manter o foco da revisão, evitar desvios no levantamento e garantir que os dados analisados fossem consistentes e úteis para os objetivos do estudo.

- **Critérios de Inclusão:**

- Estudos que abordem a aplicação de gamificação e visualizações interativas no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, demonstrando impactos, desafios e benefícios;
- Estudos que realizam comparações entre metodologias de ensino que utilizam gamificação e aquelas que não utilizam.
- Publicações em inglês ou português;
- Serão considerados trabalhos que sejam estudos primários;
- Artigos completos com:

- * Introdução, metodologia, resultados e discussão bem definidos;
- * Com no mínimo 5 páginas, respeitando os limites dos eventos e periódicos onde foram publicados;
- * Revisão por pares, sendo publicados em periódicos científicos, conferências acadêmicas ou reconhecidos;
- Acesso ao texto completo para permitir a análise integral do conteúdo.

- **Critérios de Exclusão:**

- Estudos que não abordam diretamente o ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados com gamificação;
- Publicações limitadas a resumos expandidos, pôsteres ou apresentações sem metodologia detalhada, livros, capítulos de livros, relatórios;
- Textos sem acesso integral, contendo apenas título, resumo ou trechos insuficientes para análise;
- Trabalhos que não passaram por avaliação por pares, como blogs, relatórios técnicos sem validação acadêmica ou materiais opinativos;
- Estudos secundários/terciários;
- Estudos duplicados identificados durante a seleção.

5.3 FONTES DE BUSCA

As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados:

- **IEEE Xplore**
- **ACM Digital Library**
- **SCOPUS**

A seleção dessas bases foi orientada tanto por critérios metodológicos quanto pela relevância dessas fontes para a área de Educação em Computação. Segundo Valente et al. (2022), as bases ACM Digital Library¹ e IEEE Xplore² concentram os principais periódicos e conferências

¹ <<https://dl.acm.org>>

² <<https://ieeexplore.ieee.org>>

da área de ensino de Ciência da Computação, como SIGCSE, ITiCSE, FIE, EDUCON e os periódicos TOCE e IEEE Transactions on Education. Já a base Scopus³ se destaca pela sua abrangência, pela riqueza de metadados e por incluir registros adicionais não disponíveis nas demais. A combinação dessas três fontes cobre aproximadamente 96,5% dos estudos relevantes na área, conforme apontado pelos autores.

5.4 STRING DE BUSCA

A estratégia de busca foi elaborada com base nas diretrizes propostas por Kitchenham e Charters (2007), que recomenda a decomposição da questão de pesquisa em facetas principais — como população, intervenção e resultados — e a utilização de sinônimos, abreviações e variações linguísticas para cada termo. Com base nessa abordagem, foi desenvolvida uma string de busca iterativa, utilizando operadores booleanos AND e OR. Além disso, a formulação da string levou em consideração a experiência prévia com estudos primários relevantes, permitindo ajustes e refinamentos a partir de buscas preliminares.

A string geral utilizada como base foi:

- (**gamif*** **OR** **game***) **AND** ("data structure*" **OR** **algorithm***) **AND** ("education*" **OR** "undergrad*")

Essa estrutura foi então adaptada para cada base de dados conforme sua sintaxe específica:

- **Scopus:**

```
( ABS ( gamif* OR game* ) AND ABS ( "data structure*" OR
algorithm* ) AND ABS ( "education*" OR "undergrad*" ) )
```

- **ACM Digital Library:**

```
Abstract:(gamif* OR game*) AND Abstract:( "data structure*" OR
algorithm*) AND Abstract:(education* OR undergrad*)
```

- **IEEE Xplore:**

```
("Abstract":gamif* OR "Abstract":game*) AND
("Abstract":"data structure*" OR "Abstract":algorithm*)
AND ("Abstract":"education*" OR "Abstract":"undergrad*")
```

³ <<https://www.scopus.com>>

As buscas foram realizadas no dia **25 de março de 2025**, entre os horários de **13:00 e 15:00**, com os seguintes resultados brutos:

Tabela 4 – Resumo das buscas por base de dados

Base de Dados	String de Busca	Horário	Resultados (n)
Scopus	String adaptada para ABS	13:00	1,379
ACM Digital Library	String por campo "Abstract"	14:00	331
IEEE Xplore	String por campo "Abstract"	14:45	319
Total	—	—	2.029

Esses resultados foram posteriormente organizados em planilhas para a aplicação dos critérios de triagem, elegibilidade e inclusão, conforme o protocolo PRISMA 2020.

Os dados completos utilizados nesta pesquisa, incluindo as planilhas com a organização dos estudos e os resultados das buscas, podem ser acessados através da seguinte URL:

<https://osf.io/mh85f/?view_only=f5cfa0594aea4f06a5a2771e7e3061e7>

5.5 PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A seleção dos estudos seguiu o seguinte fluxo:

1. Identificação: Os estudos foram coletados das bases de dados e organizados em um gerenciador de referências (Zotero⁴ e Google Sheets).
2. Triagem: Remoção de estudos duplicados e filtragem por títulos e resumos.
3. Elegibilidade: Os artigos restantes foram avaliados na íntegra para confirmação dos critérios de inclusão.
4. Inclusão: Apenas os estudos que atenderam a todos os critérios foram analisados.

5.6 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A análise foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, organizando as informações de cada estudo com base nas seguintes categorias:

- **Referência bibliográfica:** autor(es), ano de publicação, título e fonte;

⁴ <<https://www.zotero.org/>>

- **Objetivo do estudo e metodologia utilizada:** abordagem pedagógica, desenho experimental ou qualitativo;
- **Elementos de gamificação aplicados:** como pontos, níveis, recompensas, narrativa, competição, cooperação etc.;
- **Recursos de visualização interativa utilizados:** como simulações, animações, gráficos e interações visuais;
- **Tópicos de Algoritmos e Estruturas de Dados abordados:** e. g. pilhas, filas, árvores, ordenação;
- **Principais resultados e impacto relatado:** efeitos sobre a motivação, engajamento, retenção do conhecimento e desempenho;
- **Limitações apontadas pelos autores:** restrições metodológicas, amostras reduzidas, falta de generalização etc.

5.7 PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A seleção dos estudos seguiu as quatro etapas recomendadas pelo protocolo PRISMA 2020: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Essas etapas foram documentadas e organizadas com base nos critérios estabelecidos nesta metodologia e estão ilustradas na Figura 4.

Inicialmente, foram identificados 2029 registros provenientes de três bases de dados científicas: IEEE Xplore, ACM Digital Library e Scopus. Na etapa de identificação, foram aplicadas ações de limpeza dos dados, resultando na exclusão de 548 registros duplicados, 5 retratados, 112 livros e teses e 55 estudos secundários ou terciários. Após essa filtragem inicial, restaram 1311 registros elegíveis para a etapa de triagem.

Todos os documentos foram coletados e avaliados conforme o processo estabelecido, mas alguns não puderam ser acessados com sucesso. Durante a triagem, 16 estudos foram excluídos por não estarem disponíveis ou por não atenderem integralmente aos critérios metodológicos definidos. Após essa análise, 24 estudos primários foram selecionados e incluídos para análise nesta revisão sistemática.

O resumo quantitativo do processo de seleção pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo do processo de seleção dos estudos (PRISMA 2020)

Etapa	Quantidade (n)
Registros identificados nas bases de dados	2029
<i>Registros removidos antes da triagem:</i>	
Duplicatas	548
Retratados	5
Livros/Teses	112
Estudos secundários/terciários	55
Registros após remoções iniciais	
Registros excluídos na triagem (título/resumo)	1271
Estudos avaliados na elegibilidade	
Não disponíveis para a avaliação	16
Estudos incluídos na revisão final	
	24

O conteúdo numérico apresentado na Tabela 5 é complementado visualmente pelo fluxograma PRISMA apresentado a seguir. A Figura 4 ilustra, de forma esquemática, as etapas seguidas durante o processo de seleção dos estudos, para uma compreensão mais clara do caminho percorrido desde a identificação inicial até a inclusão final dos estudos analisados.

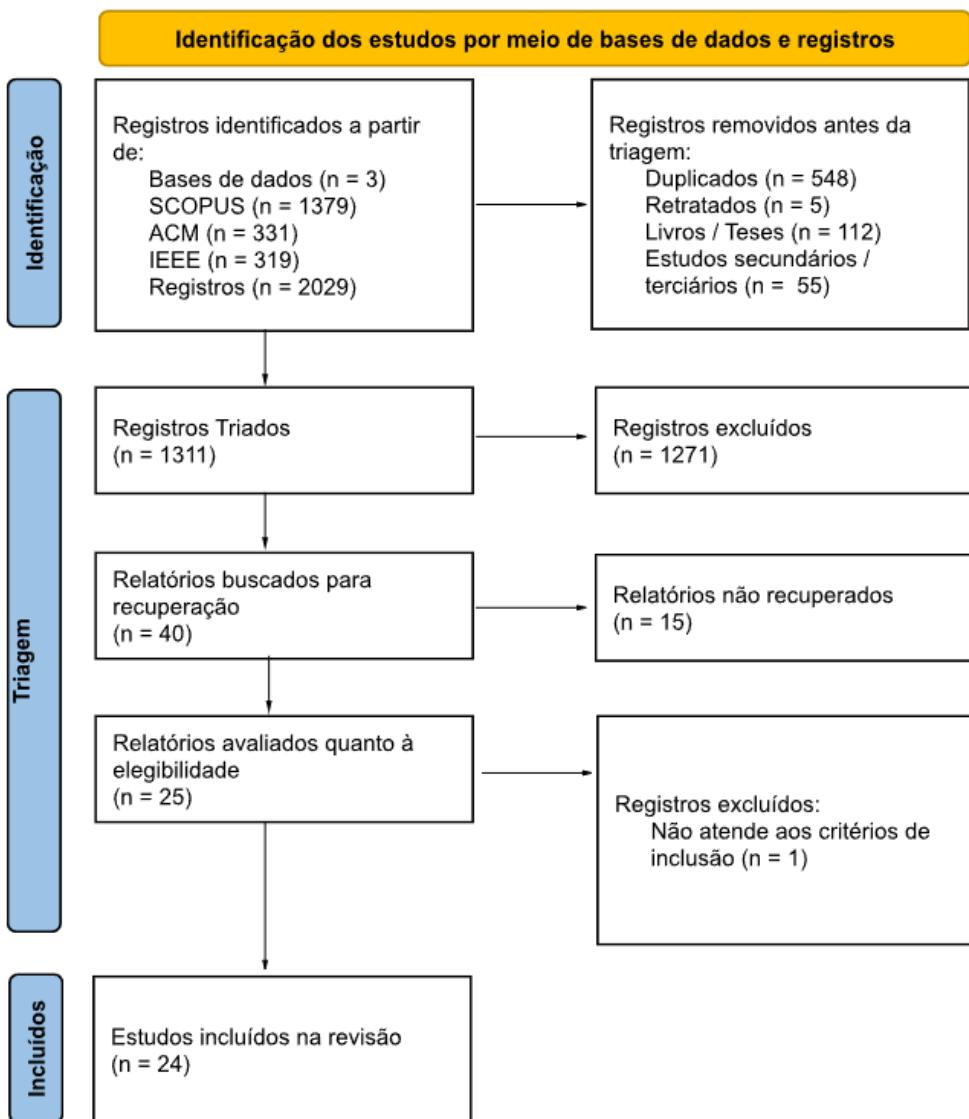


Figura 4 – Fluxograma PRISMA 2020 do processo de seleção dos estudos

Com base nos procedimentos descritos, foi possível conduzir um processo metodológico bem estruturado, permitindo a seleção de estudos alinhados aos objetivos da pesquisa. As etapas adotadas possibilitaram a organização das informações, garantindo a consistência necessária para a etapa seguinte. A seguir, apresentam-se os principais achados obtidos a partir da análise dos estudos incluídos, com foco em responder às questões propostas e mapear as tendências e lacunas na área de gamificação aplicada ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados.

5.8 ESTUDOS SELECIONADOS

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e a análise dos estudos disponíveis nas bases selecionadas, foi possível compor o conjunto final de artigos que serviu como base para a análise deste mapeamento sistemático. Esses estudos representam uma amostra significativa da literatura atual sobre as principais abordagens, ferramentas e metodologias que exploram o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. A seguir, são apresentadas as tabelas com os estudos incluídos nesta revisão:

ID	1
Autores	Grivokostopoulou, F.; Perikos, I.; Hatzilygeroudis, I.
Título	A collaborative game for learning algorithms
Ano	2017
Publicação	CSEDU - International Conference on Computer Supported Education
Objetivo	Desenvolver e avaliar um jogo colaborativo como ferramenta de apoio ao ensino de algoritmos, com foco em promover o aprendizado ativo, a cooperação entre os estudantes e a melhoria da compreensão de conceitos fundamentais de algoritmos através da interação lúdica (GRIVOKOSTOPOULOU; PERIKOS; HATZILYGEROUDIS, 2017a).

ID	2
Autores	Su, Simon; Zhang, Edward; Denny, Paul; Giacaman, Nasser
Título	A Game-Based Approach for Teaching Algorithms and Data Structures using Visualizations
Ano	2021
Publicação	SIGCSE – ACM Technical Symposium on Computer Science Education
Objetivo	Investigar a eficácia de um jogo mobile no ensino das árvores AVL, proporcionando aos alunos uma experiência prática e interativa que visa melhorar a compreensão da estrutura e funcionamento desse tipo de árvore balanceada (SU et al., 2021).

ID	3
Autores	Suníkova, D.; Kubincova, Z.; Byrtus, M.
Título	A Mobile Game to Teach AVL Trees
Ano	2018
Publicação	ICETA – IEEE Int. Conf. on Emerging eLearning Technologies
Objetivo	Criar e aplicar um jogo sério que integre conteúdos pedagógicos de programação, com o objetivo de aumentar a motivação dos estudantes, superar limitações dos métodos tradicionais e melhorar a retenção dos conhecimentos fundamentais de programação em cursos superiores. (SUNÍKOVA; KUBINCOVA; BYRTUS, 2018)

ID	4
Autores	Hainey, T.; Baxter, G.
Título	A Serious Game for Programming in Higher Education
Ano	2024
Publicação	Computers and Education: X Reality
Objetivo	Projetar um jogo educativo que auxilie os alunos na visualização e diferenciação prática das estruturas de dados pilha (stack) e fila (queue), com o intuito de reforçar o entendimento e reduzir as dificuldades comuns enfrentadas durante o aprendizado desses conceitos (HAINY; BAXTER, 2024).

ID	5
Autores	Park, B.; Ahmed, D.T.
Título	Abstracting Learning Methods for Stack and Queue Data Structures in Video Games
Ano	2018
Publicação	International Conference on Computational Science and Computational Intelligence
Objetivo	Apresentar e avaliar o DeCode, uma ferramenta educacional baseada em jogos que combina visualizações interativas e gamificação para facilitar o aprendizado de estruturas de dados e algoritmos, especialmente em estruturas lineares como arrays, listas, pilhas e filas (PARK; AHMED, 2018)..

ID	6
Autores	Grivokostopoulou, F.; Perikos, I.; Hatzilygeroudis, I.
Título	An Educational Game for Teaching Search Algorithms
Ano	2016
Publicação	CSEDU - International Conference on Computer Supported Education
Objetivo	Desenvolver um jogo educacional baseado no Pacman para ensinar algoritmos de busca, utilizando elementos de visualização e interatividade para apoiar a compreensão teórica e prática desses algoritmos, fundamentando-se na Taxonomia de Bloom revisada (GRIVOKOSTOPOULOU; PERIKOS; HATZILYGEROUDIS, 2016).

ID	7
Autores	Grivokostopoulou, F.; Perikos, I.; Hatzilygeroudis, I.
Título	An Innovative Educational Environment Based on Virtual Reality and Gamification for Learning Search Algorithms
Ano	2017
Publicação	IEEE International Conference on Technology for Education
Objetivo	Criar e analisar um ambiente educacional em realidade virtual que integre gamificação para o ensino de algoritmos de busca, com foco na imersão, motivação e aprendizagem significativa por meio de simulações visuais interativas e atividades práticas de resolução de problemas (GRIVOKOSTOPOULOU; PERIKOS; HATZILYGEROURDIS, 2017b).

ID	8
Autores	Soboleva, E.V. et al.
Título	Applying Gamification in Learning the Basics of Algorithmization and Programming
Ano	2021
Publicação	European Journal of Contemporary Education
Objetivo	Avaliar experimentalmente o impacto da gamificação no aprendizado dos fundamentos de algoritmização e programação, com foco na melhoria dos resultados educacionais dos alunos e no desenvolvimento de habilidades demandadas pelo mercado digital (SOBOLEVA et al., 2021).

ID	9
Autores	Hakulinen, Lasse
Título	Card games for teaching data structures and algorithms
Ano	2011
Publicação	Koli Calling International Conference on Computing Education Research
Objetivo	Apresentar o uso de jogos de cartas como recurso pedagógico para ensinar algoritmos de ordenação, estimulando a discussão entre os estudantes e promovendo a construção colaborativa do conhecimento (HAKULINEN, 2011a).

ID	10
Autores	Battistella, P.E.; Von Wangenheim, C.G.; Von Wangenheim, A.; Martina, J.E.
Título	Design and large-scale evaluation of educational games for teaching sorting algorithms
Ano	2017
Publicação	Informatics in Education
Objetivo	Projetar e avaliar, em larga escala, jogos educacionais voltados ao ensino dos algoritmos de ordenação Quicksort e Heapsort, analisando seus efeitos sobre a aprendizagem e a motivação de estudantes universitários (BATTISTELLA et al., 2017).

ID	11
Autores	Shabanah, S.S.; Chen, J.X.; Wechsler, H. et al.
Título	Designing Computer Games to Teach Algorithms
Ano	2010
Publicação	International Conference on Information Technology: New Generations
Objetivo	Propor uma estratégia educacional baseada em jogos computacionais interativos para ensinar algoritmos, com ênfase na visualização de comportamentos e estruturas de dados subjacentes (SHABANAH et al., 2010).

ID	12
Autores	Trpkoski, M.; Bocevska, A.; Nedelkovski, I.; Savoska, S.
Título	Game Theme Based Instructional Module to Teach Loops and Choice Statements
Ano	2023
Publicação	Annual of Sofia University "St. Kliment Ohridski"
Objetivo	Desenvolver e aplicar módulos instrucionais com temas de jogos para ensinar estruturas de repetição e condicionais, promovendo o pensamento crítico e o engajamento de alunos em cursos de Ciência da Computação (TRPKOSKI et al., 2023).

ID	13
Autores	Toda, A.M. et al.
Título	Interactive learning environment for data structures with gamification concepts
Ano	2013
Publicação	IADIS International Conference WWW/Internet
Objetivo	Descrever o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem interativo para o ensino de estruturas de dados, incorporando conceitos de gamificação com mini-jogos, placares e conquistas para estimular o desempenho dos alunos (TODA et al., 2013).

ID	14
Autores	Rojas-Salazar, A.; Ramírez-Alfaro, P.; Haahr, M.
Título	Learning Binary Search Trees through Serious Games
Ano	2020
Publicação	OpenAccess Series in Informatics
Objetivo	Desenvolver e testar o jogo “DS-Hacker” como ferramenta de ensino de árvores binárias de busca, comparando os ganhos de aprendizagem com métodos tradicionais como leitura e vídeos instrucionais (ROJAS-SALAZAR; RAMÍREZ-ALFARO; HA-AHR, 2020).

ID	15
Autores	Tundjungsari, V.
Título	Mobile Learning Design Using Gamification for Teaching Algorithms and Programming
Ano	2020
Publicação	Advances in Intelligent Systems and Computing
Objetivo	Projetar um aplicativo móvel gamificado para o ensino introdutório de algoritmos e programação em Java, com foco no aumento da motivação dos estudantes e na melhoria do desempenho em disciplinas de programação (TUNDJUNGSARI, 2020).

ID	16
Autores	Rajeev, S.; Sharma, S.
Título	Motivational Game-Theme Module for Binary Tree and Linked List
Ano	2019
Publicação	EPiC Series in Computing
Objetivo	Desenvolver, implementar e avaliar um módulo instrucional baseado em tema de jogo (GTI) com foco no ensino de estruturas de dados — especificamente listas encadeadas e árvores binárias — visando aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes por meio de uma abordagem construtivista gamificada (RAJEEV; SHARMA, 2019).

ID	17
Autores	Dicheva, D.; Hodge, A.; Dichev, C.; Irwin, K.
Título	On the Design of an Educational Game for a Data Structures Course
Ano	2017
Publicação	IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)
Objetivo	Desenvolver um jogo educacional 3D baseado em puzzle para o ensino da estrutura de dados "pilha", cobrindo desde o conceito até a implementação. O estudo foca na definição dos requisitos do jogo e nos elementos do design instrucional voltado ao ensino da disciplina de Estrutura de Dados (DICHEVA et al., 2017).

ID	18
Autores	Kaur, N.; Geetha, G.
Título	Play and Learn DS: Interactive and Gameful Learning of Data Structure
Ano	2015
Publicação	Int. J. Technol. Enhanc. Learn.
Objetivo	Criar e implementar um sistema gamificado que ofereça uma forma interativa e divertida de aprender estruturas de dados básicas, promovendo o aprendizado autodirigido e o engajamento dos alunos por meio de ferramentas visuais e elementos lúdicos (KAUR; GEETHA, 2015).

ID	19
Autores	Ramle, R.; Rosli, D.I.; Nathan, S.S.; Berahim, M.
Título	Question-Led Learning in Educational Game of Graph Data Structure Traversal Algorithm
Ano	2019
Publicação	IEEE TALE
Objetivo	Desenvolver um jogo educacional baseado em perguntas que ensine algoritmos de travessia em estruturas de dados de grafos, e avaliar seu impacto no aprendizado dos alunos por meio de testes pré e pós-jogo, além de uma pesquisa de satisfação (RAMLE et al., 2019).

ID	20
Autores	Zhang, J.; Atay, M.; Caldwell, E.R.; Jones, E.J.
Título	Reinforcing Student Understanding of Linked List Operations in a Game
Ano	2015
Publicação	Frontiers in Education Conference (FIE)
Objetivo	Ajudar estudantes de ciência da computação a compreender melhor operações em listas encadeadas (como inserção, busca e remoção) por meio de um módulo instrucional em formato de jogo chamado Space Traveler, inspirado no clássico jogo da cobrinha (ZHANG et al., 2015).

ID	21
Autores	Battistella, P.E. et al.
Título	SORTIA 2.0: A Sorting Game for Data Structure Teaching
Ano	2016
Publicação	SBSI - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação
Objetivo	Apresentar e avaliar o jogo online SORTIA 2.0, desenvolvido para ensinar o algoritmo de ordenação Heapsort através da simulação interativa de sua execução, promovendo a aprendizagem prática e motivacional dos estudantes (BATTISTELLA et al., 2016).

ID	22
Autores	Stigall, J.; Sharma, S.
Título	Usability and Learning Effectiveness of GTI Module for Teaching Stacks and Queues
Ano	2018
Publicação	IEEE SoutheastCon
Objetivo	Projetar e avaliar um módulo instrucional baseado em temas de jogo para o ensino de pilhas e filas, utilizando metáforas de jogos e princípios do construtivismo. O objetivo é verificar a usabilidade e eficácia do módulo no aprendizado de alunos de ciência da computação (STIGALL; SHARMA, 2018).

ID	23
Autores	Debabi, W.; Bensebaa, T.
Título	Using Serious Game to Simplify Algorithm Learning
Ano	2012
Publicação	2012 International Conference on Education and e-Learning Innovations
Objetivo	Desenvolver um jogo sério baseado no conceito de "Super Mario" com o objetivo de ensinar algoritmos aplicados às árvores AVL, utilizando um método mais envolvente e acessível. O estudo propõe a criação de um jogo que combina elementos educacionais e de entretenimento para facilitar o aprendizado de conceitos algorítmicos, especialmente relacionados a árvores AVL. (DEBABÍ; BENSEBAA, 2012)

ID	24
Autores	Hakulinen, Lasse
Título	Using Serious Games in Computer Science Education
Ano	2011
Publicação	Koli Calling International Conference on Computing Education Research
Objetivo	Avaliar se esses jogos poderiam servir como ferramentas de ensino que contribuem para promover a motivação dos alunos, aumentar a interação social e facilitar o aprendizado de conceitos fundamentais da ciência da computação (HAKULINEN, 2011b).

Nos capítulos seguintes, serão apresentadas as comparações dos resultados obtidos a partir da análise dos estudos, seguidas pela discussão dos principais achados e suas implicações para a área de ensino de computação.

6 RESULTADOS

A análise dos 24 estudos selecionados permitiu responder às questões de pesquisa propostas, revelando tendências, padrões, lacunas e evidências relevantes sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. Para identificar padrões e lacunas, os estudos foram organizados em categorias com base no tipo de jogo, foco pedagógico e impacto observado. Esses critérios permitiram uma comparação direta dos elementos e abordagens utilizadas nas diferentes pesquisas.

De maneira geral, os estudos indicam que a gamificação tem um impacto positivo sobre o engajamento e a motivação dos alunos. No entanto, um dos principais desafios identificados é a escalabilidade dessa abordagem, ou seja, a capacidade de expandir a aplicação da gamificação para um número maior de alunos, disciplinas e instituições sem que haja uma perda de eficácia. Isso ocorre porque a implementação de estratégias gamificadas muitas vezes exige recursos significativos, como o desenvolvimento de jogos ou plataformas específicas, que podem ser difíceis de adaptar para contextos com grandes turmas ou com orçamentos limitados. Além disso, a aplicação de gamificação de forma personalizada, com feedback imediato e desafios progressivos, demanda uma estrutura pedagógica bem planejada e muitas vezes mais complexa do que os métodos tradicionais de ensino.

Outro ponto importante é a falta de evidências mais sólidas sobre o impacto direto da gamificação no desempenho acadêmico dos alunos. Embora muitos estudos mostrem que a gamificação aumenta o engajamento e a motivação, poucas pesquisas estabelecem relações claras entre essas melhorias e resultados acadêmicos mensuráveis, como notas ou compreensão profunda dos conceitos. Isso se deve em parte à falta de metodologias de avaliação, com muitos estudos se baseando em feedback subjetivo dos alunos ou em pequenas amostras. Portanto, é necessário realizar investigações mais aprofundadas, com grupos de controle, amostras maiores e análises longitudinais, para compreender melhor os efeitos de longo prazo da gamificação sobre a aprendizagem dos alunos.

Tabela 6 – Resumo dos Estudos Selecionados sobre Gamificação em Algoritmos e Estruturas de Dados

ID	Tema/Foco	Tipo de Jogo / Impactos / Limitações
1	Ensino colaborativo de algoritmos	Jogo colaborativo; melhora no engajamento e cooperação. Pequena amostra.
2	Árvore AVL	Jogo mobile; reforço da retenção e motivação. Falta de grupo controle.
3	Pilha e fila	Jogo 3D educativo; compreensão prática; avaliação subjetiva.
4	Pilhas e filas	Jogo com abstração visual; compreensão ampliada. Testes não comparativos.
5	Visualização em estruturas	Jogo com visualização interativa; ganhos na retenção. Avaliação piloto. ¹
6	Algoritmos de busca	Jogo baseado no Pacman; engajamento e compreensão. Foco limitado.
7	Algoritmos de busca (VR)	Ambiente VR gamificado; imersão e aprendizado significativo. Necessidade de tecnologia.
8	Algoritmização básica	Jogo com projeto gamificado; melhora no desempenho geral. Escalabilidade limitada.
9	Algoritmos de ordenação	Jogo de cartas; aprendizagem colaborativa. Aplicação restrita.
10	Quicksort e Heapsort	Jogo educacional; aumento de 30% em desempenho. Foco restrito.
11	Algoritmos	Jogo computacional com feedback visual; engajamento. Avaliação qualitativa.
12	Laços e condicionais	Módulo temático; estimula pensamento crítico. Sem grupo controle.
13	Estruturas de dados	Ambiente com mini-jogos; participação elevada. Sem evidência de ganho cognitivo.

¹ O estudo de Su et al. (2021) apresenta o jogo DeCode, que usa visualizações interativas para ensinar algoritmos e estruturas de dados, como o deslocamento de elementos em arrays. A pesquisa demonstrou que essa abordagem ajudou a melhorar a retenção do conteúdo pelos alunos, mas os testes foram realizados de forma piloto com uma amostra pequena de 51 participantes.

ID	Tema/Foco	Tipo de Jogo / Impactos / Limitações
14	Árvores de busca binária	Jogo “DS-Hacker”; melhora objetiva; amostra pequena.
15	Programação em Java	App mobile; usabilidade e motivação elevadas. Recursos limitados.
16	Listas e árvores binárias	Módulo GTI; foco construtivista e engajamento. Sem comparação empírica.
17	Pilhas	Jogo puzzle 3D; conceito à implementação. Em desenvolvimento.
18	Estruturas básicas	Sistema gamificado; aprendizado autônomo. Avaliação subjetiva.
19	Grafos	Jogo baseado em perguntas; melhora em testes. Navegação limitada.
20	Listas encadeadas	Jogo estilo “cobrinha”; fixação prática. Tempo de exposição reduzido.
21	Heapsort	SORTIA 2.0; simulação interativa. Avaliação parcial.
22	Pilhas e filas	Módulo GTI; usabilidade alta. Falta de métricas padronizadas.
23	Árvore AVL	Jogo “Super Mario”; retenção visual. Sem grupo controle.
24	Estruturas de dados	Jogos de cartas e quadro; interação social. Sem medição objetiva.

6.1 ANÁLISE TEMPORAL

A distribuição temporal dos vinte e quatro estudos analisados demonstra uma crescente atenção acadêmica sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados ao longo da última década. Os dados revelam que, embora alguns estudos pioneiros tenham surgido a partir de 2010, o aumento mais expressivo de publicações ocorreu entre 2017 e 2018, quando foram identificados quatro estudos sobre o tema.

Esse crescimento coincide com a consolidação de modelos teóricos voltados ao design de experiências gamificadas, como o modelo MDA proposto por Hunicke, LeBlanc e Zubek

(2004), e a estrutura Octalysis, elaborada por Chou (2015). Esses modelos oferecem subsídios conceituais para a aplicação de elementos de jogos no contexto educacional, auxiliando o desenvolvimento de estratégias mais sistemáticas para o ensino de programação.

Apesar do avanço, observa-se que grande parte das propostas gamificadas permanece concentrada em conteúdos introdutórios. Li, Ma e Shi (2023) apontam essa limitação ao destacarem que há pouca ênfase em práticas colaborativas e no tratamento de temas de maior abstração. Já Papadakis e Kalogiannakis (2023) ressaltam a importância de aprofundar as investigações sobre o uso pedagógico da gamificação em diferentes níveis e contextos educacionais.

Diante disso, considera-se necessário ampliar o escopo das propostas gamificadas, com foco na superação de desafios pedagógicos persistentes no ensino de algoritmos e estruturas de dados, especialmente em níveis mais avançados.

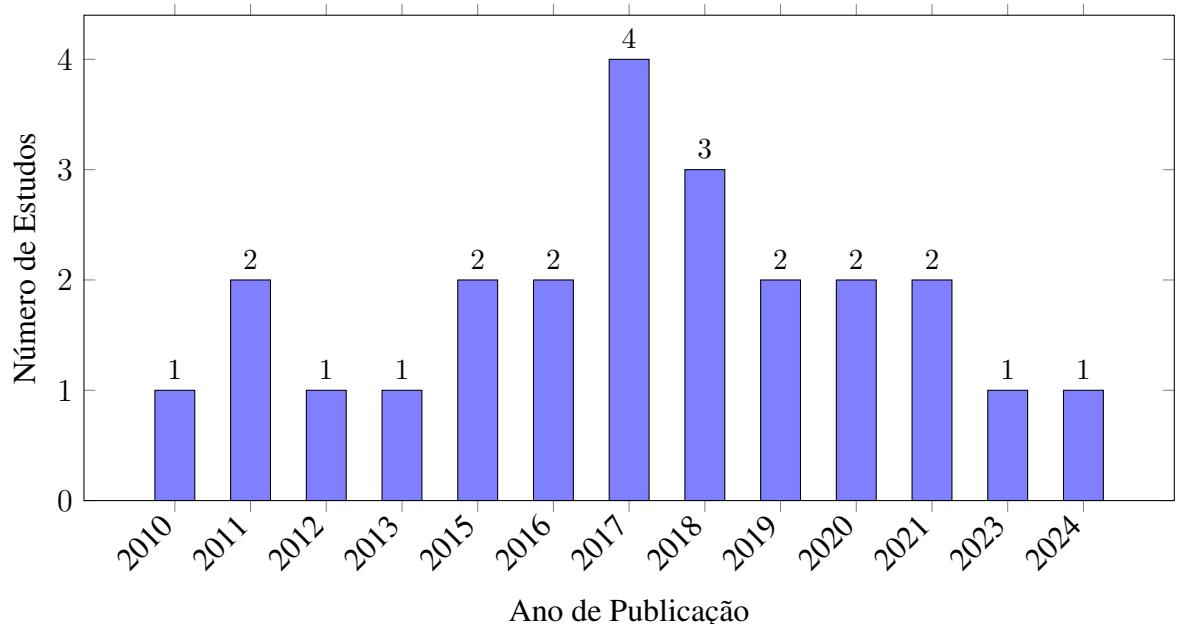


Figura 5 – Distribuição temporal dos estudos selecionados (2010–2024)

6.2 QP1: QUAIS SÃO OS ELEMENTOS GAMIFICADOS MAIS APLICADOS NO ENSINO DE ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS?

A partir da análise dos estudos selecionados, identificaram-se os principais elementos que compõem as estratégias de gamificação aplicadas ao ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. Estes elementos são constantemente empregados com o objetivo de aumentar o engajamento, a motivação e a eficácia do processo de aprendizagem. Na sequência, são apresentados

os elementos mais recorrentes, acompanhados de suas definições, com base em autores que abordam a gamificação em contextos educacionais.

- **Pontuação e Recompensas:** refere-se à atribuição de pontos ou prêmios simbólicos (como medalhas, troféus, estrelas) que recompensam os estudantes por suas ações ou progressos em atividades educacionais. Elas estimulam o esforço contínuo e fornecem um senso de realização (WERBACH; HUNTER, 2012; SAILER et al., 2017).
- **Desafios e Missões:** são tarefas específicas e estruturadas, geralmente com objetivos claros, que exigem dos estudantes a aplicação de habilidades para resolver problemas. Desafios promovem motivação por meio da superação gradual de obstáculos (DETERDING et al., 2011; WERBACH; HUNTER, 2012).
- **Sistema de Níveis ou Fases:** consiste em uma estrutura hierárquica em que o estudante avança conforme cumpre metas ou acumula pontos. Os níveis permitem adaptar a dificuldade ao ritmo do aluno, promovendo progressão e continuidade (WERBACH; HUNTER, 2012; HAMARI; KOIVISTO; SARSA, 2014).
- **Feedback Imediato:** refere-se ao retorno instantâneo sobre as ações do estudante, como acertos, erros ou dicas, fornecido em tempo real durante a atividade gamificada. Esse elemento ajuda na correção de erros e reforço da aprendizagem (SAILER et al., 2017; DETERDING et al., 2011).
- **Rankings e Competições:** são mecanismos de comparação entre o desempenho dos participantes, como placares e quadros de líderes. Servem como estímulo extrínseco à participação e melhor desempenho (SAILER et al., 2017; WERBACH; HUNTER, 2012).
- **Narrativas e Storytelling:** uso de enredos e contextos fictícios ou reais para dar significado e coerência às atividades gamificadas. As narrativas aumentam a imersão e o envolvimento emocional dos alunos (DETERDING et al., 2011; CHOU, 2015).

A análise dos estudos revelou uma ampla variedade de elementos gamificados incorporados às propostas educacionais. Os elementos mais recorrentes foram:

- **Pontuação e recompensas** – presentes em 19 dos 24 estudos, utilizadas como incentivo à progressão e ao esforço contínuo dos estudantes.

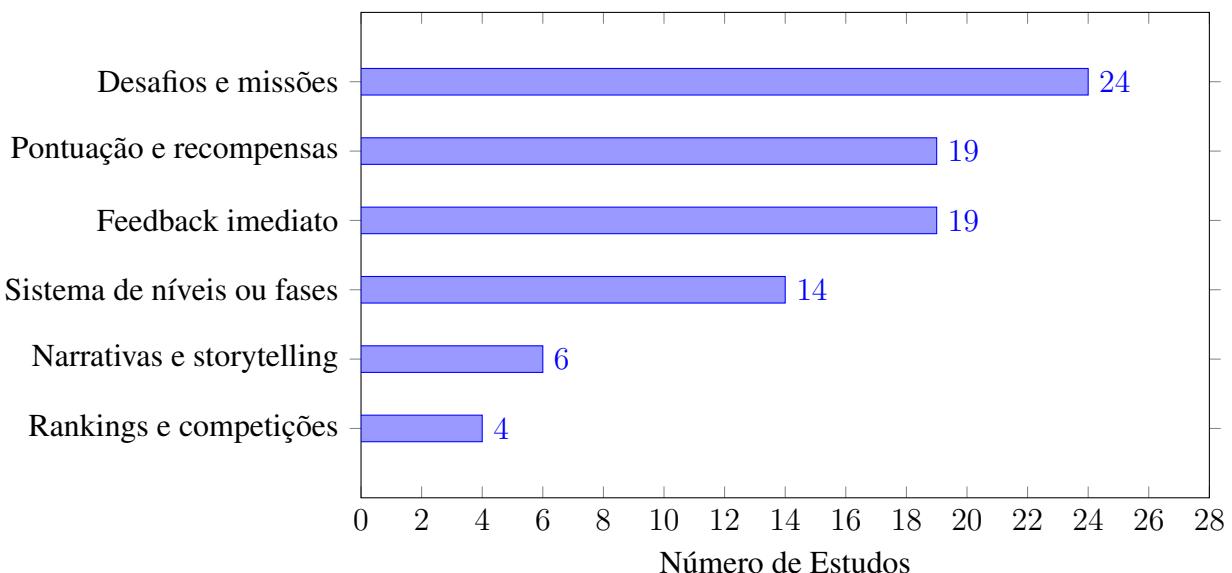


Figura 6 – Frequência de elementos gamificados nos estudos analisados (ordem crescente)

- **Desafios e missões** – identificados em todos os 24 estudos, com tarefas estruturadas e objetivos claros que estimulam a resolução de problemas.
- **Sistema de níveis ou fases** – utilizados em 14 estudos, permitindo o escalonamento da dificuldade e adaptação ao ritmo de aprendizagem dos alunos.
- **Feedback imediato** – reportado em 19 estudos, essencial para correção de erros e reforço do aprendizado durante a interação com os jogos.
- **Rankings e competições** – aplicados em 4 estudos, promovendo motivação extrínseca por meio da comparação entre desempenhos.
- **Narrativas e storytelling** – presentes em 6 estudos, com o objetivo de contextualizar o conteúdo e engajar emocionalmente o estudante.

A Tabela 7 sumariza a ocorrência dos elementos gamificados nos trabalhos selecionados. A Figura 6 apresenta a frequência dos principais elementos gamificados identificados nos estudos analisados. Os dados sugerem que a combinação de múltiplos elementos gamificados é comum, com propostas que integram pontuação, desafios e feedbacks para criar experiências mais envolventes e imersivas.

ID	Pontuação e Recompensas	Desafios e Missões	Sistema de Níveis ou Fases	Feedback Imediato	Rankings e Competições	Narrativas e Storytelling
1	✓	✓	✓	✓		
2	✓	✓	✓	✓		
3	✓	✓	✓	✓		
4		✓	✓	✓		✓
5		✓	✓	✓		
6		✓	✓	✓		
7	✓	✓	✓	✓		
8	✓	✓		✓		
9	✓	✓			✓	
10	✓	✓		✓		
11	✓	✓	✓	✓		
12	✓	✓		✓		
13	✓	✓	✓		✓	
14	✓	✓	✓	✓		✓
15	✓	✓	✓		✓	
16	✓	✓		✓		
17		✓	✓	✓		✓
18	✓	✓	✓	✓		
19	✓	✓		✓		✓
20		✓		✓		✓
21	✓	✓		✓	✓	
22	✓	✓		✓		
23	✓	✓	✓			✓
24	✓	✓				

Tabela 7 – Tabela de presença dos elementos gamificados nos estudos analisados

A predominância de elementos como desafios, pontuação e feedback sugere um alinhamento com níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom revisada, especialmente nos domínios de "aplicação" e "análise". No entanto, elementos que estimulem síntese, criação e avaliação — como resolução de problemas complexos em grupo ou design de algoritmos em ambientes gamificados — ainda são raros, indicando uma oportunidade para gamificação de níveis cognitivos mais elevados.

6.3 QP2: QUAIS TÓPICOS DE ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS SÃO MAIS (OU MENOS) ABORDADOS COM A GAMIFICAÇÃO?

A aplicação da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados tem sido explorada em vários estudos, cada um abordando diferentes tópicos fundamentais dessa área da

computação. A diversidade de tópicos abordados reflete a tentativa de incorporar elementos gamificados aos conceitos mais tradicionais de Algoritmos e Estruturas de Dados. A Tabela 8 resume os principais tópicos de Algoritmos e Estruturas de Dados discutidos nos estudos selecionados, e oferece uma visão geral de sua presença nas propostas gamificadas.

ID	Ordenação	Pilhas/Filas	Árvores	Listas Encadeadas	Grafos / Busca	Repetição / Condicion- al
1					✓	✓
2		✓		✓		✓
3				✓		
4			✓			✓
5		✓				
6					✓	
7					✓	
8		✓			✓	✓
9	✓					
10	✓					
11			✓	✓		
12						✓
13		✓	✓			
14			✓			
15						✓
16			✓	✓		
17	✓					
18		✓	✓			✓
19		✓			✓	
20				✓		
21	✓					
22		✓				
23	✓					✓
24	✓					

Tabela 8 – Tópicos de algoritmos e estruturas de dados abordados com gamificação nos estudos analisados.

Os estudos investigados abordam diversos conteúdos relacionados à disciplina de estruturas de dados e algoritmos. Os temas mais recorrentes foram:

- **Algoritmos de ordenação** – abordados em seis estudos (e. g. : Quicksort, Heapsort, BubbleSort), geralmente por meio de simulações visuais e jogos interativos como SORTIA 2.0.

- **Pilhas e filas** – presentes em sete estudos, com destaque para jogos educativos que exploram suas operações básicas e aplicações práticas.
- **Listas encadeadas** – tratadas em cinco estudos, geralmente por meio de jogos baseados em movimento ou construção de caminhos.
- **Árvores binárias e árvores AVL** – trabalhadas em seis estudos, com foco na compreensão da estrutura e balanceamento.
- **Algoritmos de busca e travessia em grafos** – incluídos em cinco estudos, com menor representação nas propostas gamificadas.
- **Comandos de repetição e condicionais** – encontrados em oito estudos, sobretudo em jogos introdutórios de programação.

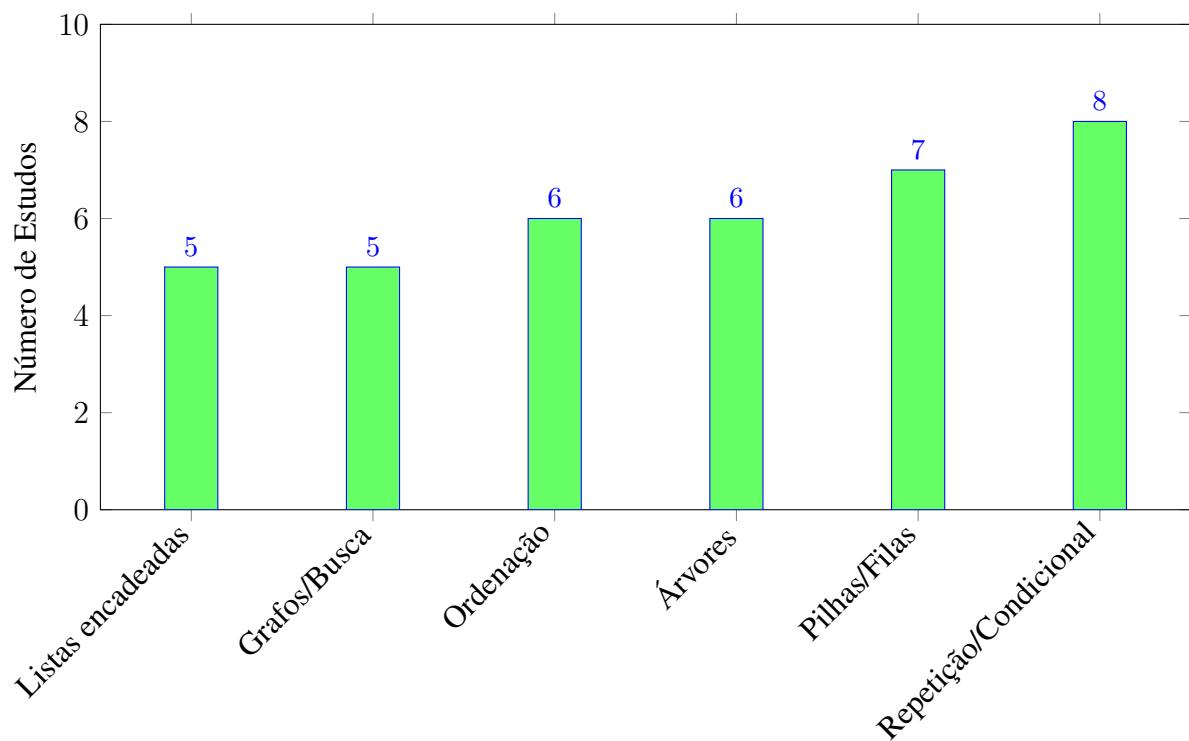


Figura 7 – Tópicos de algoritmos e estruturas de dados abordados com gamificação (em ordem crescente)

A Figura 7 mostra os tópicos mais abordados nos estudos com gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. Apesar da diversidade de tópicos abordados, nota-se uma lacuna significativa em estudos que explorem conteúdos tradicionalmente reconhecidos como mais desafiadores no ensino de computação, como recursão e listas encadeadas, considerados de

alta complexidade conceitual tanto por estudantes quanto por pesquisadores da área (SHAHID et al., 2019; BARBOSA; JUNIOR, 2013; SOBRAL, 2021).

A escassez de estudos voltados a conteúdos como recursão pode estar relacionada à dificuldade de traduzir essas abstrações em metáforas lúdicas claras. Apesar disso, são justamente esses tópicos que mais se beneficiariam de abordagens interativas, como simulações visuais em jogos ou ambientes baseados em desafios de programação com feedback em tempo real.

6.4 QP3: QUAIS GÊNEROS DE GAMIFICAÇÃO APARECEM NOS ESTUDOS ANALISADOS?

A gamificação pode assumir diferentes formas de aplicação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, com cada gênero influenciando aspectos diversos da experiência de aprendizagem. Com base na tipologia proposta por Spanier, Harms e Hastings (2021), os estudos analisados foram classificados em quatro gêneros principais de gamificação, conforme ilustrado na Tabela 9. Esses gêneros variam desde o uso de visualizações para representar conceitos abstratos até a criação de experiências imersivas e colaborativas que envolvem narrativas.

A Tabela 9 apresenta a ocorrência desses gêneros nos estudos selecionados, e a Figura 8 visualiza a distribuição de sua presença. A seguir, descrevemos cada gênero e sua contribuição para a aprendizagem dos estudantes:

ID	Visualização de Ideias Abstratas (VAI)	Exame Aprimorado (EE)	Engajamento Social e Colaborativo (SCE)	Narrativas Temáticas (NT)
1	✓		✓	
2	✓			
3	✓			
4		✓		
5	✓			
6	✓			
7	✓			
8		✓		
9	✓	✓	✓	
10	✓		✓	
11	✓			
12	✓			
13	✓	✓		
14	✓			✓
15				
16	✓			✓
17	✓			✓
18	✓			
19	✓	✓		✓
20	✓			
21	✓			
22	✓			
23	✓			
24	✓		✓	

Tabela 9 – Gêneros de gamificação presentes nos estudos analisados.

Com base na tipologia proposta por Spanier, Harms e Hastings (2021), os estudos analisados, apresentados na Tabela 9, foram classificados em quatro gêneros principais de gamificação, conforme descrito a seguir:

- **Visualização de Ideias Abstratas (VAI, Visualization of Abstract ideas)** – 21 estudos. Este gênero é caracterizado pelo uso de simulações, animações e representações visuais que facilitam a compreensão de estruturas de dados e algoritmos complexos, permitindo que conceitos abstratos sejam concretizados no ambiente de aprendizagem.
- **Exame Aprimorado (EE, Enhanced Examination)** – 5 estudos. Envolve a aplicação de quizzes, feedback imediato, repetição de tarefas e monitoramento de progresso, com o objetivo de reforçar a fixação do conteúdo e promover a autoavaliação do estudante.

- **Engajamento Social e Colaborativo (SCE, Social and Collaborative Engagement)** – 4 estudos. Reúne jogos que incentivam a interação entre os alunos, por meio de atividades cooperativas ou competitivas, desenvolvendo habilidades como comunicação, liderança e resolução de problemas em grupo.
- **Narrativas Temáticas (NT)** – 4 estudos. Incorporam storytelling e ambientações inspiradas em jogos clássicos, como Pac-Man e Super Mario, para contextualizar o conteúdo e aumentar a motivação e o envolvimento emocional dos estudantes.

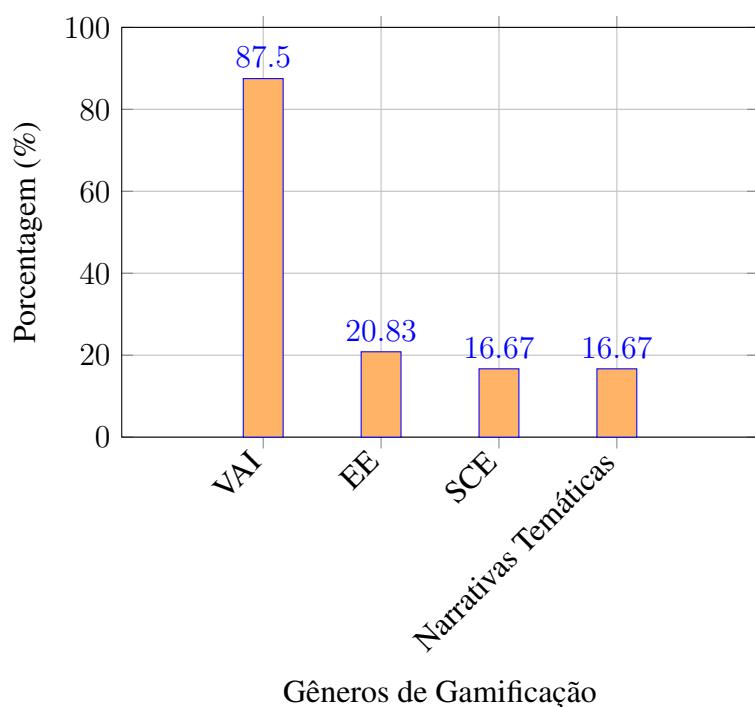


Figura 8 – Distribuição dos gêneros de gamificação nos estudos analisados

A partir dessa categorização, ilustrada na Figura 8, observou-se que os gêneros de gamificação não apenas influenciam o engajamento dos estudantes, mas também se relacionam diretamente com os diferentes níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). Por exemplo:

- O gênero **VAI** está fortemente associado aos níveis de *compreensão* e *aplicação*, ao facilitar a construção de significado por meio de representações visuais de Algoritmos e Estruturas de Dados.

- O gênero **EE**, por sua vez, contribui para os níveis de *recordação* e *análise*, ao permitir que os estudantes testem seus conhecimentos e identifiquem padrões por meio de exercícios práticos e correções imediatas.
- Já o gênero **SCE** favorece níveis mais altos da taxonomia, como *avaliação* e *criação*, uma vez que estimula a tomada de decisões, o pensamento crítico e a construção coletiva de soluções em contextos colaborativos.
- Por fim, as **Narrativas Temáticas** contribuem indiretamente para todos os níveis cognitivos ao aumentar o engajamento emocional e a imersão do estudante, o que pode potencializar a motivação intrínseca e a retenção de conhecimento, conforme discutido nos modelos de motivação ARCS e Octalysis.

É importante destacar que muitos jogos combinam mais de um gênero simultaneamente. A sobreposição entre VAI, EE e NT é especialmente comum, reforçando a natureza híbrida de diversas propostas gamificadas e ampliando seu alcance pedagógico.

Essa análise permite que educadores escolham ou desenvolvam abordagens mais alinhadas aos objetivos de ensino de cada etapa do curso, maximizando o potencial didático da gamificação.

6.5 QP4: QUAIS DESAFIOS E LIMITAÇÕES OS ESTUDOS REPORTAM NA APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO EM ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS?

Diversos estudos relataram limitações metodológicas e operacionais que impactam tanto a validade quanto a aplicabilidade dos resultados. As principais dificuldades apontadas foram:

- **Tamanho reduzido das amostras** – a maioria dos estudos contou com poucos participantes e sem grupo controle, o que limita a generalização dos achados.
- **Falta de avaliação longitudinal** – os impactos da gamificação foram, em geral, medidos apenas no curto prazo, sem considerar o efeito contínuo sobre o aprendizado.
- **Dificuldade de integração com o currículo formal** – a gamificação é muitas vezes tratada como atividade complementar, não sendo plenamente incorporada às disciplinas.
- **Altos custos e tempo de desenvolvimento** – o desenvolvimento de jogos e ambientes interativos exige recursos técnicos e financeiros, além de equipes multidisciplinares.

- **Avaliações subjetivas** – em vários estudos, os resultados foram baseados apenas em percepções dos alunos, sem medições objetivas ou controle experimental.

A recorrência de amostras pequenas e avaliações subjetivas evidencia a necessidade de maior precisão metodológica. Estudos futuros poderiam adotar delineamentos mistos (quantitativo + qualitativo), incluindo testes padronizados de aprendizagem e instrumentos validados de motivação. Além disso, a colaboração entre universidades poderia viabilizar amostras maiores e comparações multicêntricas, aumentando a confiabilidade dos resultados.

7 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste mapeamento sistemático reforçam o crescente reconhecimento da gamificação como uma estratégia pedagógica no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados. Com base nos 24 estudos analisados, foi possível identificar não apenas as técnicas e elementos gamificados mais utilizados, mas também os desafios enfrentados na sua implementação e os impactos pedagógicos relatados. De maneira geral, a literatura aponta que a gamificação pode promover maior engajamento, motivação e participação ativa dos alunos, embora nem sempre esses benefícios se traduzam em melhorias mensuráveis no desempenho acadêmico.

Dentre os elementos gamificados mais recorrentes, destacaram-se a pontuação, os desafios progressivos, os sistemas de níveis e o feedback imediato. Esses componentes, frequentemente associados às teorias de motivação (como o modelo ARCS) (KELLER, 1987) e à Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), foram empregados com o intuito de alinhar a aprendizagem às necessidades psicológicas e cognitivas dos alunos. A predominância de estratégias voltadas à "compreensão" e "aplicação" evidencia a efetividade da gamificação especialmente nos níveis intermediários do processo de aprendizagem. No entanto, há poucas iniciativas que explorem os níveis superiores, como "avaliação" e "criação", o que representa uma lacuna para futuras investigações.

A análise também revelou uma concentração temática em conteúdos introdutórios, como algoritmos de ordenação, listas encadeadas, pilhas e filas. Embora esses tópicos sejam fundamentais, a escassez de jogos e estratégias voltadas a temas mais complexos como recursão, ponteiros múltiplos ou árvores balanceadas avançadas aponta para uma tendência conservadora nas propostas analisadas. Esse dado é especialmente relevante considerando que os conteúdos mais abstratos são justamente os que mais se beneficiariam de representações visuais e interações práticas, dois pilares centrais da gamificação.

No que diz respeito aos gêneros de gamificação aplicados, o estudo identificou a predominância de abordagens de Visualização de Ideias Abstratas (VAI) e Exame Aprimorado (EE), que se mostraram eficazes na explicitação de conceitos e na fixação do conteúdo. No entanto, gêneros como Engajamento Social e Colaborativo (SCE) e Narrativas Temáticas (NT) aparecem com menos frequência, apesar de suas potencialidades para desenvolver competências transversais, como pensamento crítico, colaboração e empatia. A integração desses gêneros pode representar um caminho para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais completo e ali-

nhado às diretrizes pedagógicas contemporâneas, como as propostas pela Kumar et al. (2023) para a formação em Computação.

Apesar dos avanços, a revisão também evidenciou limitações metodológicas comuns entre os estudos. A maioria das pesquisas analisadas apresenta amostras reduzidas e avaliações baseadas principalmente na percepção dos estudantes. Essa fragilidade compromete a validade externa dos achados e reforça a necessidade de estudos mais consistentes, com delineamentos experimentais, métricas padronizadas e avaliações de longo prazo. Além disso, foi observada uma dificuldade recorrente na integração entre os jogos e o currículo formal das disciplinas, o que pode limitar a adoção mais ampla dessas ferramentas pelos docentes.

Por outro lado, algumas iniciativas destacaram-se pela metodologia e pela abordagem didática diferenciada. É o caso do estudo de Battistella et al. (2017), que relatou um aumento de até 30% no desempenho acadêmico dos estudantes após o uso de jogos sobre algoritmos de ordenação, e o trabalho de Grivokostopoulou, Perikos e Hatzilygeroudis (2017b), que utilizou realidade virtual para ensinar algoritmos de busca, proporcionando uma experiência imersiva e significativa. Tais exemplos demonstram o potencial da gamificação quando combinada a recursos tecnológicos e teorias pedagógicas bem estruturadas.

Diante desse panorama, este estudo oferece não apenas uma síntese das práticas atuais, mas também um direcionamento para futuras pesquisas e intervenções pedagógicas. Investigações que explorem a gamificação de temas avançados, que testem abordagens colaborativas e que avaliem o impacto da gamificação em larga escala e no longo prazo são fundamentais para consolidar essa metodologia no ensino de Computação. Ao mesmo tempo, recomenda-se o desenvolvimento de diretrizes curriculares e formativas que auxiliem docentes na adoção crítica e estratégica da gamificação, garantindo sua efetividade sem abrir mão dos objetivos educacionais.

8 CONCLUSÃO

Este estudo mapeou sistematicamente a literatura sobre o uso da gamificação no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, evidenciando as principais abordagens, estratégias e impactos dessa metodologia. A análise mostrou que a gamificação, quando aplicada corretamente, pode aumentar significativamente o engajamento, a motivação e a retenção de conhecimento dos alunos, especialmente em disciplinas com alta complexidade cognitiva, como Algoritmos e Estruturas de Dados.

A principal contribuição deste trabalho reside na identificação de lacunas na aplicação de gamificação e na categorização dos métodos utilizados. Embora a gamificação tenha se mostrado útil para os conteúdos introdutórios, há uma necessidade clara de expandir a utilização dessa abordagem para tópicos mais avançados, como recursão e grafos complexos, que ainda são pouco explorados.

Por fim, este trabalho oferece subsídios para futuras pesquisas e práticas pedagógicas, sugerindo o desenvolvimento de novas ferramentas gamificadas que integrem mais profundamente o currículo de cursos de computação. A incorporação de gamificação ao ensino superior pode não apenas melhorar a aprendizagem, mas também promover maior envolvimento dos estudantes, criando um ambiente mais dinâmico e interativo.

REFERÊNCIAS

- ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula. *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. [S.l.], 2013. Accessed: 2025-05-04. Disponível em: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf>.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. [S.l.]: Longman, 2001.
- AUSUBEL, D. P. *Educational Psychology: A Cognitive View*. [S.l.]: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BARBOSA, W. A.; JUNIOR, P. A. P. Um mapeamento sistemático sobre ferramentas de apoio ao ensino de algoritmo e estruturas de dados. In: *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*. Manaus, Brasil: SBC, 2013. p. 406–415.
- BATTISTELLA, P. et al. Sortia 2.0: A sorting game for data structure teaching. In: *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*. [S.l.: s.n.], 2016.
- BATTISTELLA, P. E. et al. Design and large-scale evaluation of educational games for teaching sorting algorithms. *Informatics in Education*, Vilnius University, v. 16, n. 2, p. 141–164, 2017.
- BRUNER, J. S. *The Act of Discovery*. [S.l.]: Harvard Educational Review, 1961. v. 31. 21–32 p.
- BUCKLEY, P.; DOYLE, E. Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, Routledge, Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK, v. 24, n. 6, p. 1162–1175, Oct 2016. Received 7 April 2014; final version received 8 September 2014; published online 9 October 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2014.964263>>.
- CHOU, Y.-k. *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. 2015. <<https://yukaichou.com/gamification-book/>>.
- DEBABY, W.; BENSEBAA, T. Using serious game to simplify algorithm learning. In: *2012 International Conference on Education and e-Learning Innovations*. Annaba, Algeria: IEEE, 2012.
- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. *MindTrek'11, September 28-30, 2011, Tampere, Finland*, ACM, 2011. Disponível em: <<http://www.acm.org/>>.
- DICHEVA, D. et al. On the design of an educational game for a data structures course. In: *IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*. [S.l.: s.n.], 2017.
- GRIVOKOSTOPOULOU, F.; PERIKOS, I.; HATZILYGEROUDIS, I. An educational game for teaching search algorithms. In: *CSEDU - International Conference on Computer Supported Education*. [S.l.: s.n.], 2016.

- GRIVOKOSTOPOULOU, F.; PERIKOS, I.; HATZILYGEROUDIS, I. A collaborative game for learning algorithms. In: *CSEDU - International Conference on Computer Supported Education*. [S.l.: s.n.], 2017.
- GRIVOKOSTOPOULOU, F.; PERIKOS, I.; HATZILYGEROUDIS, I. An innovative educational environment based on virtual reality and gamification for learning search algorithms. In: *IEEE International Conference on Technology for Education*. [S.l.: s.n.], 2017.
- HAINES, T.; BAXTER, G. A serious game for programming in higher education. *Computers and Education: X Reality*, 2024.
- HAKULINEN, L. Card games for teaching data structures and algorithms. In: *Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. [S.l.: s.n.], 2011.
- HAKULINEN, L. Using serious games in computer science education. In: *Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. [S.l.: s.n.], 2011.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, v. 1, p. 3025–3034, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>>.
- HANUS, M. D.; FOX, J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, v. 80, p. 152–161, 2015.
- HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. Mda: A formal approach to game design and game research. In: *Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop, 19th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-04)*. San Jose, California, USA: AAAI Press, 2004. Disponível em: <<https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>>.
- JENSEN, E. *Teaching with the Brain in Mind*. 2nd. ed. Alexandria, VA: ASCD, 2005.
- JULIO, J. P. F. et al. Jogos educativos para estruturas de dados: Um mapeamento sistemático. In: *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*. Manaus, AM, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2024.
- KAUR, N.; GEETHA, G. Play and learn ds: Interactive and gameful learning of data structure. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 2015.
- KELLER, J. M. Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. *Journal of Instructional Development*, v. 10, n. 3, p. 2–10, 1987. Department of Educational Research, Florida State University, Tallahassee, FL 32306-3030.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Keele, Staffs, UK, 2007. Version 2.3.
- KUMAR, A. N. et al. *Computer Science Curricula 2023*. [S.I.], 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3664191>>.
- LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, v. 15, n. 2, p. 1–5, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother>.

- LI, M.; MA, S.; SHI, Y. Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting teaching and learning in educational settings: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, v. 14, p. 1253549, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1253549>>.
- LIBERATI, A. et al. The prisma statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLOS Med*, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.
- LOOYESTYN, J. et al. Does gamification increase engagement with online programs? a systematic review. *JMIR Serious Games*, v. 5, n. 4, p. e20, 2017.
- MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The prisma statement. *PLOS Med*, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2015.
- NICHOLSON, S. A recipe for meaningful gamification. In: WOOD, L.; REINERS, T. (Ed.). *Gamification in Education and Business*. New York: Springer, 2015. p. 1–20. Preprint available at <<http://scottnicholson.com/pubs/recipepreprint.pdf>>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_1>.
- OLIVEIRA, K.; SILVA, R.; ANDRADE, F. Dificuldades enfrentadas por alunos no ensino de algoritmos e estratégias para superá-las. *Revista de Ensino de Computação Aplicada*, v. 6, n. 1, p. 12–25, 2017.
- PAGE, M. J. et al. The prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, p. n71, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>>.
- PAPADAKIS, S.; KALOGIANNAKIS, M. Editorial: Gamification in education. *Frontiers in Education*, v. 8, p. 1291024, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1291024>>.
- PARK, B.; AHMED, D. Abstracting learning methods for stack and queue data structures in video games. In: *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*. [S.l.: s.n.], 2018.
- RAJEEV, S.; SHARMA, S. Motivational game-theme module for binary tree and linked list. In: *EPiC Series in Computing*. [S.l.: s.n.], 2019.
- RAMLE, R. et al. Question-led learning in educational game of graph data structure traversal algorithm. In: *IEEE TALE*. [S.l.: s.n.], 2019.
- ROJAS-SALAZAR, A.; RAMÍREZ-ALFARO, P.; HAAHR, M. Learning binary search trees through serious games. *OpenAccess Series in Informatics*, 2020.
- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, v. 55, n. 1, p. 68–78, 2000.
- SAILER, M. et al. How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, v. 69, p. 371–380, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>>.
- SHABANAH, S. S. et al. Designing computer games to teach algorithms. In: *2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations*. Las Vegas, NV, USA: IEEE Computer Society, 2010. p. 1119–1126.

- SHAHID, M. et al. A review of gamification for learning programming fundamental. In: *2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC)*. [S.l.]: IEEE, 2019.
- SOBOLEVA, E. et al. Applying gamification in learning the basics of algorithmization and programming. *European Journal of Contemporary Education*, 2021.
- SOBRAL, S. R. Teaching and learning to program: Umbrella review of introductory programming in higher education. *Mathematics*, v. 9, n. 15, p. 1737, 2021.
- SOUZA, L. M.; RIBEIRO, M. M. Ansiedade no ensino de programação: fatores envolvidos e estratégias educacionais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, n. 1, p. 45–64, 2020.
- SPANIER, A.; HARMS, S. W.; HASTINGS, J. A classification scheme for gamification in computer science education: Discovery of foundational gamification genres in data structures courses. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.]: IEEE, 2021.
- STIGALL, J.; SHARMA, S. Usability and learning effectiveness of gti module for teaching stacks and queues. In: *IEEE SoutheastCon*. [S.l.: s.n.], 2018.
- SU, S. et al. A game-based approach for teaching algorithms and data structures using visualizations. In: *SIGCSE – ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. [S.l.: s.n.], 2021.
- SUNÍKOVA, D.; KUBINCOVÁ, Z.; BYRTUS, M. A mobile game to teach avl trees. In: *IEEE Int. Conf. on Emerging eLearning Technologies (ICETA)*. [S.l.: s.n.], 2018.
- TODA, A. et al. Interactive learning environment for data structures with gamification concepts. In: *IADIS International Conference WWW/Internet*. [S.l.: s.n.], 2013.
- TRILLING, B.; FADEL, C. *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- TRPKOSKI, M. et al. Game theme based instructional module to teach loops and choice statements. *Annual of Sofia University "St. Kliment Ohridski"*, v. 110, p. 127–138, 2023.
- TUNDJUNGSARI, V. Mobile learning design using gamification for teaching algorithms and programming. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. [S.l.: s.n.], 2020.
- VALENTE, A. et al. Analysis of academic databases for literature review in the computer science education field. In: *2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.]: IEEE, 2022. p. 1–9.
- VYGOTSKY, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1978.
- WERBACH, K.; HUNTER, D. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Philadelphia, PA: Wharton Digital Press, 2012. ISBN 978-1-61363-022-8.
- ZHANG, J. et al. Reinforcing student understanding of linked list operations in a game. In: *Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2015.