

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**Uso de Técnicas Alternativas no Ensino da
Disciplina Estrutura de Dados:
Um Mapeamento Sistemático da Literatura**

Felipe Augusto da Silva

JUIZ DE FORA
AGOSTO, 2025

Uso de Técnicas Alternativas no Ensino da Disciplina Estrutura de Dados: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

FELIPE AUGUSTO DA SILVA

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Ronney Moreira de Castro

JUIZ DE FORA
AGOSTO, 2025

USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS NO ENSINO DA
DISCIPLINA ESTRUTURA DE DADOS:
UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Felipe Augusto da Silva

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

Ronney Moreira de Castro
Doutor em Informática

Luciana Conceição Dias Campos
Doutora em Informática

Victor Ströele de Andrade Menezes
Doutor em Informática

JUIZ DE FORA
15 DE AGOSTO, 2025

Aos meus amigos e irmãos.

Aos pais, pelo apoio e sustento.

Resumo

Este trabalho apresenta um mapeamento sistemático da literatura sobre a aplicação de métodos alternativos, como jogos, dinâmicas, gamificação e outras estratégias ativas, no ensino da disciplina de Estrutura de Dados. A pesquisa aborda os desafios enfrentados no aprendizado de conceitos abstratos e a necessidade de métodos pedagógicos inovadores que engajem os estudantes e promovam uma compreensão mais aprofundada. Para tanto, foi utilizada uma metodologia rigorosa baseada no protocolo SEGRESS, garantindo a seleção criteriosa de estudos relevantes nas principais bases de dados científicas, como Scopus, Web of Science, Engineering Village, IEEE Xplore e SOL SBC.

Os critérios de exclusão eliminam estudos não primários, revisões, capítulos de livros, textos com menos de quatro páginas e trabalhos inacessíveis na íntegra ou não publicados em inglês ou português. Os resultados destacam as principais técnicas utilizadas, suas contribuições para a aprendizagem, e apontam lacunas que ainda podem ser exploradas. Este estudo visa contribuir para educadores e pesquisadores interessados em adotar abordagens inovadoras no ensino de Estrutura de Dados, contribuindo para a melhoria do aprendizado em cursos de Ciência da Computação.

Palavras-chave: Estrutura de Dados, Ensino de Computação, Gamificação, Métodos Alternativos, Aprendizagem Ativa, Mapeamento Sistemático.

Abstract

This work presents a systematic mapping of the literature on the application of alternative methods—such as games, activities, gamification, and other active strategies—in the teaching of the Data Structures course. The research addresses the challenges faced in learning abstract concepts and the need for innovative pedagogical methods that engage students and foster a deeper understanding. To this end, a rigorous methodology based on the SEGRESS protocol was employed, ensuring the careful selection of relevant studies from major scientific databases, including Scopus, Web of Science, Engineering Village, IEEE Xplore, and SBC's SOL.

The exclusion criteria eliminate non-primary studies, reviews, book chapters, texts with fewer than four pages, and works that are inaccessible in full or not published in English or Portuguese. The results highlight the main techniques used, their contributions to learning, and point out gaps that remain to be explored. This study aims to support educators and researchers interested in adopting innovative approaches to teaching Data Structures, thereby contributing to improved learning outcomes in Computer Science courses.

Keywords: Data Structures, Computing Education, Gamification, Alternative Methods, Active Learning, Systematic Mapping.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de concluir o curso diante de todas as dificuldades, contratempos e quaisquer situações durante a minha jornada no curso. Agradeço também à minha família pelo apoio constante e contínuo em todos os momentos. Também agradeço profundamente a todos os professores do curso que, de alguma forma, me ajudaram e foram parte importante na formação.

“A gente morre e fica tudo ai, e desse mundo não se leva nada”.

Conteúdo

Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	9
Lista de Abreviações	10
1 Introdução	11
1.1 Contextualização	12
1.2 Descrição do problema	13
1.3 Objetivos do trabalho	13
1.4 Metodologia e estruturação	14
1.5 Organização do trabalho	15
2 Fundamentação Teórica	16
2.1 Estrutura de Dados no Ensino de Computação	16
2.2 Métodos Alternativos	17
2.2.1 Gamificação	19
2.2.2 Computação Desplugada	20
2.3 Ferramentas utilizadas	20
3 Trabalhos Relacionados	22
3.1 Jogos educativos para Estrutura de Dados: Um Mapeamento Sistemático .	22
3.2 Um Mapeamento Sist. sobre Jogos Edu. Dig. para o Ensino-Apren. de ED	22
4 Mapeamento Sistemático da Literatura	24
4.1 Planejamento do Mapeamento Sistemático	25
4.2 Bases de Dados	26
4.3 Estratégia de Busca	26
5 Resultados	28
5.1 Execução	28
5.2 Análise dos Estudos	29
5.3 Características e Métodos aplicados	30
5.4 Análise das Questões de Pesquisa	31
5.4.1 RQ-1: Quais métodos alternativos têm sido utilizados no ensino de Estrutura de Dados?	31
5.4.2 RQ-2: Como metodologias ativas impactam o aprendizado e o desempenho dos estudantes em Estrutura de Dados?	33
5.4.3 RQ-3: Quais são os principais desafios enfrentados na aplicação de metodologias ativas no ensino de Estrutura de Dados?	35
5.4.4 RQ-4: Há evidências na literatura de que métodos alternativos melhoram a retenção do conhecimento em Estrutura de Dados?	36
6 Discussão	38
6.1 Recursos tecnológicos aplicados	38

6.2	Tipos de avaliação	39
6.3	Escopo	40
6.4	Representação Visual dos Resultados	41
6.4.1	Técnicas alternativas utilizadas	41
6.4.2	Estrutura de Dados mais abordadas	42
6.4.3	Impactos Observados	43
6.5	Ameaças à Validade	44
7	Conclusão	46
7.1	Possibilidade de Pesquisa	47
	Bibliografia	49

Lista de Figuras

1.1	Fluxograma da pesquisa	14
2.1	Regras de ganhos e perdas da plataforma OneUp	19
2.2	Categorias de medalhas utilizadas na plataforma OneUp	20
2.3	Alunos representam pacotes de rede, simulando uma rede congestionada . .	21
5.1	Distribuição dos estudos por ano	29
6.1	Técnicas mais utilizadas	42
6.2	Estruturas de dados mais abordadas	43
6.3	Impactos observados nos estudos	44

Lista de Tabelas

4.1	Critérios de seleção	25
4.2	Bases de dados	26
5.1	Processo de busca e filtragem de estudos	28
5.2	Lista de Estudos Seleccionados	30
5.3	Resumo dos estudos seleccionados quanto à metodologia e contexto	31
5.4	Técnica utilizadas	33
6.1	Tipos de Avaliação	39

Lista de Abreviações

AA	Aprendizagem Ativa
DCC	Departamento de Ciência da Computação
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
PBL	Project Based Learning
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

1 Introdução

A disciplina de Estrutura de Dados é uma parte fundamental no currículo dos cursos de Computação, pois introduz aos alunos um conteúdo imprescindível para o entendimento de disciplinas mais avançadas. A disciplina aborda conceitos essenciais para compreensão de problemas e desenvolvimento de soluções computacionais eficientes (MEDEIROS; FALCAO; RAMALHO, 2020). Contudo, trata-se também de uma das disciplinas mais desafiadoras, em razão das dificuldades relacionadas à compreensão dos conteúdos abordados, especialmente no que se refere à tradução e implementação dos conceitos, dado o elevado nível de abstração e complexidade das estruturas envolvidas e suas implementações (SOUSA; LEITE, 2020; SILVA; SEABRA, 2018a).

Estudos têm apontado para a baixa motivação e participação dos estudantes, que muitas vezes resultam em altos índices de evasão e insucesso na disciplina (CARVALHO et al., 2018). Tais dificuldades são, em grande parte, atribuídas ao caráter abstrato do conteúdo e à falta de estratégias pedagógicas que promovam maior engajamento e compreensão dos alunos (CERQUEIRA; SILVA; ARAUJO, 2023). A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) já destaca a importância do desenvolvimento do pensamento computacional desde o Ensino Fundamental, o que reforça a necessidade de abordagens mais acessíveis e interativas também no ensino superior (Ministério da Educação, 2022).

Diante desse contexto, torna-se imperativo investigar práticas pedagógicas inovadoras que enfrentem tais desafios de forma eficaz. Estudos recentes têm evidenciado a importância de metodologias alternativas, como jogos educativos, computação desplugada, atividades práticas colaborativas e estratégias de gamificação, por sua capacidade de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais concreto, significativo e motivador para os estudantes (CERQUEIRA; SILVA; ARAUJO, 2023; PASCHOAL et al., 2020). Tais abordagens buscam, entre outros objetivos, reduzir as barreiras cognitivas impostas pela abstração dos conteúdos, promover uma maior retenção do conhecimento e favorecer o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, lógica e pensamento algorítmico (SOUSA; LEITE, 2020; PASCHOAL et al., 2020).

1.1 Contextualização

O ensino de Estrutura de Dados, tradicionalmente baseado em aulas expositivas e na resolução de exercícios práticos, enfrenta desafios importantes no contexto acadêmico (SOBRAL, 2021). Apesar de seu papel essencial na formação de estudantes da área de computação, muitas vezes os métodos convencionais não são suficientes para engajar os alunos ou garantir uma compreensão profunda dos conceitos abordados, especialmente aqueles de maior nível de abstração, como listas encadeadas, árvores e grafos (DELGADO et al., 2004). Essa dificuldade é agravada pela natureza abstrata dos conteúdos e pela ausência de estratégias pedagógicas mais interativas, o que pode comprometer a assimilação do conhecimento e reduzir o interesse dos discentes pela disciplina (CERQUEIRA; SILVA; ARAUJO, 2023).

Estudos reforçam a ideia de que há uma necessidade crescente de inovação nas práticas didáticas utilizadas no ensino de Estrutura de Dados (MOREIRA; MONTEIRO, 2018). Pesquisas apontam que metodologias ativas e alternativas, como jogos, gamificação, computação desplugada e atividades colaborativas, têm demonstrado potencial para superar as limitações do modelo tradicional, ao promoverem ambientes mais dinâmicos e participativos (DICHEVA; IRWIN; DICHEV, 2019a). Essas abordagens possibilitam maior envolvimento dos alunos, favorecendo o aprendizado por meio da experimentação, da visualização e da resolução de problemas em contextos mais significativos (MOREIRA; MONTEIRO, 2018).

Além disso, metodologias como as propostas em ambientes gamificados e projetos baseados em problemas têm se mostrado eficazes não apenas para o desenvolvimento de habilidades técnicas, mas também para estimular competências cognitivas fundamentais, como raciocínio lógico, pensamento algorítmico, autonomia e capacidade de abstração (PASCHOAL et al., 2020). O uso de recursos lúdicos e visuais, aliado a estratégias de cooperação entre pares, pode contribuir para tornar os conteúdos mais acessíveis e facilitar sua retenção pelos estudantes (MENEZES; NOBRE, 2003).

Nesse sentido, a literatura aponta para uma tendência crescente na adoção de práticas pedagógicas mais envolventes, que buscam transformar o ensino de Estrutura de Dados em uma experiência de aprendizagem mais eficaz, significativa e alinhada às

demandas das novas gerações de estudantes da área da Computação (SILVA et al., 2021).

1.2 Descrição do problema

Considerando a relevância da disciplina de Estrutura de Dados para a formação em computação, observa-se que a complexidade dos conceitos envolvidos, aliada a abordagens tradicionais de ensino, frequentemente contribui para dificuldades de aprendizagem, desmotivação e até evasão por parte dos estudantes (GOMES; ARAUJO, 2021). Aulas que, na maioria das vezes são centradas no professor e exercícios práticos repetitivos não conseguem chamar a atenção dos alunos, levando a uma baixa retenção do conteúdo e desempenho abaixo do esperado (RAABE; SILVA, 2005; NOBRE; MENEZES, 2002).

Além disso, existe a percepção de que os conceitos apresentados são abstratos e desconexos, sem real aplicação em situações reais. Diante desse cenário, torna-se necessário investigar abordagens alternativas que promovam um ensino de Estrutura de Dados mais eficaz, atrativo e satisfatório, favorecendo o engajamento, a interação e uma melhor compreensão por parte dos estudantes.

1.3 Objetivos do trabalho

O objetivo deste trabalho é investigar e compreender como métodos alternativos têm sido aplicados no ensino da disciplina de Estrutura de Dados, identificando as abordagens mais utilizadas, seus impactos no processo de ensino e aprendizagem e as principais lacunas na literatura científica. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, busca-se analisar de forma criteriosa estudos que explorem estratégias como gamificação, dinâmicas de grupo, jogos e outros métodos ativos, visando avaliar sua eficácia no engajamento, na motivação e no desempenho dos estudantes.

Além disso, este estudo tem como propósito contribuir para o desenvolvimento de práticas educacionais mais dinâmicas e interativas, que facilitem a compreensão dos conceitos e a aplicação prática dos conhecimentos de Estrutura de Dados. Ao sintetizar os achados da literatura, pretende-se oferecer subsídios teóricos e práticos para professores, pesquisadores e instituições de ensino interessados em inovar suas metodologias e promover

um aprendizado mais significativo para os estudantes.

1.4 Metodologia e estruturação

Para alcançar o objetivo proposto, foi conduzido um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), seguindo as diretrizes do SEGRESS (*Software Engineering Guidelines for Reporting Secondary Studies*) (KITCHENHAM; MADEYSKI; BUDGEN, 2023). Através dessa metodologia são analisados artigos publicados nas principais bases de dados científicas, como Scopus¹, Web of Science², IEEE Xplore³, Engineering Village⁴ e SOL SBC⁵. São adotados critérios de inclusão e exclusão para garantir a relevância dos estudos selecionados.

A Figura 1.1 descreve o fluxograma que ilustra as etapas do presente trabalho. Primeiro, realiza-se a busca dos estudos nas bases selecionadas utilizando-se da string de busca definida. Em seguida, a seleção dos estudos lendo os títulos, resumos, palavras-chave, aplicação os critérios de seleção e leitura completa dos estudos finias aceitos. Posteriormente, ocorre o processo de extração e análise dos dados, culminando na elaboração dos resultados, discussões e conclusão.



Figura 1.1: Fluxograma da pesquisa

¹<https://www.scopus.com/home.uri>

²<http://www.isiknowledge.com>

³<https://ieeexplore.ieee.org>

⁴<https://www.engineeringvillage.com>

⁵<https://sol.sbc.org.br>

1.5 Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos principais. O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, que explora os conceitos de Estrutura de Dados, métodos alternativos de ensino e o método de mapeamento sistemático da literatura. Em seguida, o capítulo 3 apresenta trabalhos relacionados que serviram de inspiração para a condução deste trabalho. O capítulo 4 detalha o processo de seleção e análise dos estudos. O capítulo 5 detalha os resultados e apresenta as principais evidências encontradas e suas implicações para a educação, seguido das discussões sobre esses resultados no capítulo 6. Por fim, são apresentadas as conclusões e direcionamentos para possíveis pesquisas futuras no capítulo 7.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Estrutura de Dados no Ensino de Computação

A disciplina de Estrutura de Dados é parte essencial e relevantes na maioria dos cursos da área de computação, tendo grande influência no desempenho dos alunos em disciplinas mais avançadas (SILVA; SEABRA, 2018b). Nessa disciplina, o conteúdo é estruturado para introduzir os alunos a técnicas de manipulação de dados das mais variadas formas, sempre buscando encontrar a maneira mais eficiente de lidar com os problemas computacionais encontrados. Assim, os estudantes são apresentados a estruturas fundamentais como arrays e como manipulá-los, matrizes, listas ligadas, filas de prioridades, árvores de busca, árvores binárias, grafos, tabela *hash* e *heaps*.

O conteúdo da disciplina é comumente ministrado através de aulas expositivas (Ministério da Educação, 2025). Este método permite que os docentes apresentem o conteúdo de maneira sistemática e abrangente para grandes grupos de estudantes (BATTISTELLA et al., 2016). Contudo, essa abordagem apresenta limitações significativas quando confrontada com os desafios do aprendizado, como a dificuldade de fixação dos conceitos, a abstração elevada do conteúdo e a falta de engajamento por parte dos alunos (JESUS; BRITO, 2009).

O aprendizado de algoritmos, por si só, já é desafiador para os alunos. O alto nível de abstração dos conceitos e a dificuldade dos docentes em transmitir esses conceitos de forma clara e objetiva são elementos que levam a este fato (SOBRAL, 2021). Muitas vezes, os métodos tradicionais não conseguem identificar e atender às necessidades individuais dos alunos, contribuindo para a desmotivação e dificuldades de compreensão (RAABE; SILVA, 2005). Esse cenário mostra uma necessidade de inovar as práticas de ensino da disciplina, explorando metodologias alternativas que permitam maior interação, engajamento e aplicação prática dos conteúdos. Por exemplo, técnicas como o uso de visualizações interativas, *softwares* de simulação de estruturas de dados e atividades práticas guiadas podem complementar as aulas expositivas e auxiliar os estudantes a compreender

melhor os conceitos .

Experiências de uso de estratégias como gamificação e computação desplugada no ensino de estrutura de dados motivam e simplificam conceitos (MOREIRA; MONTEIRO, 2018). Resultados apontam que o uso de tais metodologias proporcionou melhorias no aprendizado dos alunos (MOREIRA; MONTEIRO, 2018). Essas metodologias alternativas e estratégias de ensino são aprofundadas ao longo deste trabalho, com o objetivo de discutir suas contribuições para o aprendizado de conteúdos complexos e seu impacto no engajamento e desempenho dos alunos.

2.2 Métodos Alternativos

O ensino tradicional, baseado em aulas expositivas e foco no conteúdo, muitas vezes não consegue atender à diversidade de perfis dos estudantes da área de computação (SOBRAL, 2021). O baixo engajamento e motivação dos alunos de computação, principalmente nos primeiros períodos do curso, é um problema reconhecido (PINTRICH, 2003). Especialmente em disciplinas como a de Estrutura de Dados, onde o conteúdo é altamente abstrato e técnico, torna-se necessário buscar formas mais dinâmicas de facilitar o aprendizado (CARVALHO et al., 2018).

Nesse cenário, surgem os chamados métodos alternativos de ensino, que têm como objetivo tornar a aprendizagem mais significativa, interativa e alinhada às novas demandas educacionais (BERBEL, 2012). Esses métodos envolvem abordagens pedagógicas diferentes das convencionais, como o uso de jogos, dinâmicas, projetos, atividades colaborativas, recursos visuais, simulações, e outras estratégias que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem (RODRIGUES; FRANCISCO, 2023). A proposta é engajar o estudante de forma ativa, permitindo que ele explore, experimente, erre e aprenda com maior autonomia. Além disso, essas metodologias contribuem para o desenvolvimento de habilidades como pensamento lógico, resolução de problemas, colaboração e criatividade (RODRIGUES; FRANCISCO, 2023).

As técnicas alternativas de ensino, como jogos, gamificação, aprendizagem baseada em projetos e computação desplugada, estão fortemente relacionadas às chamadas abordagens de Aprendizagem Ativas (AA). Essas abordagens partem do princípio de que

o estudante deve ser protagonista do próprio processo de aprendizagem, rompendo com o modelo tradicional centrado na transmissão passiva de conteúdo (BONWELL; EISON, 1991). Entre os conceitos centrais das metodologias ativas estão a aprendizagem significativa, que ocorre quando o aluno consegue conectar novos conhecimentos a saberes prévios de forma contextualizada, e a aprendizagem experiencial, que valoriza o fazer, o experimentar e a resolução de problemas reais ou simulados como forma de consolidar o conhecimento (LEMOS, 2013). Nesse sentido, o uso de técnicas alternativas no ensino de Estrutura de Dados busca justamente criar contextos de aprendizagem mais ricos, dinâmicos e eficazes, favorecendo o engajamento, a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes.

Entre os principais benefícios dessas abordagens, destacam-se o aumento do interesse pela disciplina, maior retenção do conteúdo, redução da taxa de evasão e a melhora no desempenho acadêmico. Estudos também mostram que o uso de técnicas alternativas podem facilitar o aprendizado em conteúdos tradicionalmente considerados difíceis, como algoritmos, listas encadeadas ou árvores de busca (RAABE; SILVA, 2005; SOUSA; LEITE, 2020).

Diversas estratégias são utilizadas como métodos alternativos no ensino de computação. Algumas das mais comuns incluem a gamificação, que traz elementos de jogos para motivar o aluno, e a computação desplugada, que ensina lógica e estruturas sem o uso de computadores (MOREIRA; MONTEIRO, 2018). Essas técnicas, assim como outras que envolvem projetos, narrativas, colaboração entre pares ou o uso de visualizações interativas, vêm ganhando destaque em pesquisas e na prática docente (BRITO et al., 2020).

A seguir, são apresentadas brevemente duas dessas metodologias, a gamificação e a computação desplugada. Essas duas técnicas se destacam como técnicas amplamente difundidas na literatura, com evidências de eficácia no ensino da disciplina. Estudos mostram que a gamificação aumenta consideravelmente a motivação dos alunos e melhora o desempenho acadêmico (ZHAN et al., 2022). O estudo conduzido por (SASSI; MACIEL; PEREIRA, 2021) oferece evidências robustas e eficazes sobre a efetividade da Computação Desplugada. Resultados mostraram que a técnica é altamente relevante e eficaz para

promover pensamento computacional, raciocínio algorítmico e inclusão, dentre diversos outros fatores.

2.2.1 Gamificação

A gamificação é uma abordagem que utiliza elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos, como a sala de aula. O objetivo é tornar as atividades mais motivadoras, utilizando recursos como pontuação, recompensas, níveis, fases e desafios (KASURINEN; KNUTAS, 2018). No ensino de Estrutura de Dados, tem sido aplicada para incentivar a participação dos alunos, aumentar o engajamento e tornar o aprendizado mais envolvente.

Um estudo sobre a utilização da plataforma OneUp (DICHEVA; IRWIN; DICHEV, 2019a) para gamificar um curso de Estrutura de Dados demonstrou que a introdução de elementos de jogo incentivou significativamente a participação dos alunos, resultando em um maior envolvimento com atividades de prática e autoestudo. A plataforma OneUp permitiu que os instrutores incorporassem diversos elementos gamificados, como avatares, painéis de aprendizado, medalhas, rankings, pontuações e moeda virtual. Esses recursos foram configurados para recompensar diferentes tipos de comportamento dos alunos, incluindo a resolução de desafios, a participação em atividades e a entrega antecipada de trabalhos.

Earning Rules	
<i>Condition</i>	<i>VC</i>
First taking of a warmup challenge with a score > 80%	5
Taking a new warmup challenge with a score > 75%	1
Submitting an assignment 2 days before the due date	1
Attending 5 consecutive classes	1
Spending Rules	
<i>Condition</i>	<i>VC</i>
Buy 5 extra credit points for an assignment	10
Buy a 15-min extension of the time for a test	5
Get 1 different problem on a test	10
Buy another attempt (re-submission) for an assignment	10

Figura 2.1: Regras de ganhos e perdas da plataforma OneUp

	<i>Game Changer (Level 1, 2, 3): the difference of student's percent score of an assignment with the previous one is between 10% - 19% for Level 1, 20% - 29% for Level 2, and > 30% for Level 3</i>
	<i>Highest Score for Assignment</i>
	<i>Perfect Score on Test</i>
	<i>Persistent Practice (Level 1, 2, 3): completes 5 distinct warm-up challenges for Level 1, 20 for level 2, and 40 for Level 3.</i>

Figura 2.2: Categorias de medalhas utilizadas na plataforma OneUp

2.2.2 Computação Desplugada

A computação desplugada é uma metodologia que ensina conceitos da Ciência da Computação por meio de atividades práticas, sem o uso de computadores (BELL et al., 2009). Por meio de jogos, simulações e desafios, os alunos aprendem lógica, algoritmos e estruturas de dados de forma acessível e concreta. Essa abordagem é especialmente útil em contextos com pouca infraestrutura tecnológica, além de reduzir barreiras para iniciantes (BELL et al., 2009).

Uma atividade importante explora conceitos de redes de computadores e deadlock, como na Figura 2.3. Os alunos assumem o papel de pacotes de dados, transportando informações entre diferentes pontos de uma rede simulada. Durante a atividade, são introduzidas restrições, como gargalos e colisões, que resultam em congestionamento ou deadlocks, onde nenhum pacote consegue avançar. Com isso, os estudantes podem experimentar na prática como protocolos de roteamento funcionam e como estratégias podem ser adotadas para evitar travamentos em sistemas distribuídos (BELL et al., 2009).

2.3 Ferramentas utilizadas

Para apoiar o processo de condução deste mapeamento sistemático, foi utilizada a ferramenta Parsifal, uma plataforma desenvolvida para auxiliar pesquisadores na execução de revisões sistemáticas de literatura. O Parsifal permite a organização de estudos, aplicação



Figura 2.3: Alunos representam pacotes de rede, simulando uma rede congestionada

de critérios de inclusão e exclusão, além de funcionalidades de filtragem e exportação dos dados.

No presente trabalho, o Parsifal foi empregado principalmente na etapa de seleção inicial dos estudos, com destaque para a filtragem de duplicados. Esse uso contribuiu para garantir maior rastreabilidade e padronização do processo, reduzindo o risco de inconsistências na triagem.

3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, são apresentados dois mapeamentos sistemáticos relevantes que tratam da utilização métodos alternativos de ensino na disciplina de Estrutura de Dados. Esses trabalhos evidenciam tanto o potencial quanto as lacunas ainda existentes nas pesquisas sobre metodologias alternativas voltadas a essa disciplina.

3.1 Jogos educativos para Estrutura de Dados: Um Mapeamento Sistemático

O estudo “Jogos educativos para Estrutura de Dados: Um Mapeamento Sistemático” (JULIO et al., 2024) apresenta um levantamento sobre jogos digitais voltados ao ensino de Estrutura de Dados, com foco na identificação de quais estruturas são mais contempladas, os tipos de jogos aplicados e as formas de avaliação utilizadas. Foram analisados 16 estudos, resultando na constatação de que há uma concentração temática em estruturas como listas, pilhas e filas. Além disso, o estudo destaca que muitos jogos carecem de avaliação formal padronizada, dificultando a comparação entre diferentes abordagens.

Outra contribuição importante do mapeamento foi evidenciar a escassez de propostas voltadas para estruturas mais complexas, como árvores e grafos, e a falta de acessibilidade em alguns jogos. Isso reforça a necessidade de desenvolver recursos que abranjam conteúdos mais avançados, além de diversificar os tipos de avaliação e público-alvo.

3.2 Um Mapeamento Sist. sobre Jogos Edu. Dig. para o Ensino-Apren. de ED

O segundo estudo analisado, “Um Mapeamento Sistemático sobre Jogos Educacionais Digitais para o Ensino-Aprendizagem de Estrutura de Dados” (GENESIO et al., 2024), também aborda o uso de jogos digitais no contexto da disciplina de Estrutura de Dados.

Os autores mapearam 21 estudos relevantes e identificaram um foco recorrente em técnicas lúdicas para facilitar o ensino de estruturas lineares. Além disso, destacam a importância de elementos como narrativa, desafios e feedback para o engajamento dos alunos.

Esse mapeamento também aponta limitações similares ao anterior, como a escassez de avaliações sistemáticas e a ausência de testes pós-desenvolvimento, ou seja, verificar a retenção do conteúdo, se o jogo de fato auxilia na compreensão dos conceitos e na adaptação dos alunos à técnica apresentada. Outro ponto importante levantado, é falta de abordagem para questões relacionadas à acessibilidade e inclusão, uma lacuna significativa considerada pelos autores, dado que são aspectos fundamentais que garantem aos estudantes se beneficiar das ferramentas educacionais, independente de suas habilidades.

Ambos os mapeamentos evidenciam o crescente interesse em explorar jogos como recurso didático em Estrutura de Dados. No entanto, os estudos também convergem ao indicar desafios recorrentes, como a limitação na variedade de estruturas abordadas, a carência de avaliações rigorosas e a falta de padronização nas metodologias. Essas observações reforçam a importância do presente mapeamento sistemático, que busca não apenas ampliar esse panorama, mas também propor caminhos para uma aplicação mais eficaz das técnicas alternativas no contexto da disciplina.

4 Mapeamento Sistemático da Literatura

Para investigar e sintetizar diferentes abordagens para o ensino dos conceitos de estrutura de dados com foco em metodologias alternativas que facilitem a compreensão, adota-se um **Mapeamento Sistemático da Literatura** (MSL) seguindo as diretrizes SEGRESS (*Software Engineering Guidelines for Reporting Secondary Studies*) (KITCHENHAM; MADEYSKI; BUDGEN, 2023). O estudo busca identificar estratégias educacionais eficazes e avaliar sua aplicabilidade prática, contribuindo para a melhoria do ensino de computação.

Desta forma, é adotado uma abordagem estruturada nas etapas de planejamento, execução e relato das pesquisas, permitindo-nos avaliar e interpretar os estudos relevantes de forma rigorosa dentro da área de investigação (KITCHENHAM; MADEYSKI; BUDGEN, 2023). As etapas para a execução do estudo, dado o protocolo, são: i) definição do problema; ii) perguntas de pesquisa; iii) critérios de inclusão/exclusão; iv) definição das bases de pesquisa; v) etapas da execução.

Com base nas situações discutidas, a definição do problema é dada de acordo com as perguntas de pesquisa RQs (*Research Questions*) elencadas a seguir: RQ-1: Quais métodos alternativos têm sido utilizados no ensino de Estrutura de Dados? RQ-2: Como técnicas alternativas impactam o aprendizado e o desempenho dos estudantes em Estrutura de Dados? RQ-3: Quais são os principais desafios enfrentados na aplicação de metodologias ativas no ensino de Estrutura de Dados? RQ-4: Há evidências na literatura de que métodos alternativos melhoram a retenção do conhecimento em Estrutura de Dados? Com essas questões, é importante que a estratégia de busca seja bem definida que oriente à seleção de estudos relevantes para a revisão, seguindo a estratégia de agrupamentos e operadores lógicos. Desta forma, a *string* definida foi:

((“estrutura de dados”) AND (“educação” OR “ensino” OR “aprendizagem”) AND (“gamificação” OR “jogos” OR “aprendizagem ativa” OR “métodos alternativos” OR “técnicas alternativas” OR “dinâmicas” OR “estratégias pedagógicas” OR “aprendizagem

de ciência da computação”)).

Com a string de busca definida, caso sejam executadas buscas diretas nas bases, muitos resultados serão retornados e ficará difícil estabelecer quais resultados são, de fato, relevantes. É necessário então elencar critérios de seleção alinhados ao objetivo do trabalho, de forma que os estudos sejam filtrados de forma mais específica. A Tabela 4.2 exibe os critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE).

Critério	Seleção
CI1	Estudos que abordem técnicas alternativas no ensino de Estrutura de Dados
CI2	Estudos com relevância acadêmica
CI3	Estudos que apresentem evidências práticas ou teóricas sobre a eficácia da metodologia
CI4	Estudos publicados nos últimos 5 anos
CE1	Estudos com menos de 4 páginas
CE2	Estudos com acesso na íntegra bloqueado
CE3	Estudos que não estejam em inglês ou português
CE4	Estudos que não tenham relação com técnicas alternativas no ensino de Estrutura de Dados
CE5	Estudos que não sejam especificamente sobre disciplinas de Estrutura de Dados
CE6	Estudos duplicados
CE7	Estudos que não envolvam ensino formal ou acadêmico
CE8	Estudos que não descrevam claramente a metodologia utilizada
CE9	Estudos que não apresentem evidências práticas ou avaliação dos resultados da técnica aplicada

Tabela 4.1: Critérios de seleção

4.1 Planejamento do Mapeamento Sistemático

Para garantir a seleção dos estudos relevantes ao ensino de Estrutura de Dados com métodos alternativos, foi elaborado um planejamento detalhado do mapeamento, que inclui a definição das bases de pesquisa utilizadas, a formulação das estratégias de busca e a aplicação de critérios rigorosos de inclusão e exclusão. A seguir, são apresentados os principais aspectos dessa etapa visando assegurar que os artigos analisados sejam representativos e alinhados ao objetivo da pesquisa.

4.2 Bases de Dados

A seleção das bases de pesquisa é uma etapa essencial para garantir que a revisão sistemática contemple publicações científicas de qualidade e abrangência. Pensando nisso, foram utilizadas bases confiáveis e com relevância no meio acadêmico. Alguns critérios estabelecidos para a seleção das bases foram (COSTA; MURTA, 2013):

- As bases permitirem a busca utilizando expressões lógicas ou semelhantes;
- Buscas realizadas contemplando tanto o texto inteiro, quanto campos específicos, como resumo, título e palavras-chave;
- As bases cobrirem a área de interesse;

Sendo assim, de acordo com os critérios acima e contando que não haja limitação quanto ao tamanho da *string* de busca e nem ao número de palavras que a forma, as bases selecionadas são descritas na Tabela 4.2

Bases	Link de acesso
IEEE Xplore	https://ieeexplore.ieee.org
Engineering Village	https://www.engineeringvillage.com
Scopus	https://www.scopus.com/home.uri
Sol SBC	https://sol.sbc.org.br
Web of Science	http://www.isiknowledge.com

Tabela 4.2: Bases de dados

4.3 Estratégia de Busca

Definidas as bases, a *string* de busca, o protocolo utilizado e as questões de pesquisa, a estratégia de busca foi definida em quatro etapas da seguinte forma:

1. Busca: busca de estudos nas bases selecionadas com o uso da *String* de busca definida e posterior remoção de duplicados;
2. Pré-seleção: Análise da presença de termos da *string* de busca necessariamente nos campos de título, resumo e palavras-chave;

3. Seleção: Leitura de título, resumo e palavras-chave aplicando critérios de inclusão e exclusão;
4. Aceitação: Leitura completa do estudo aplicando os critérios de inclusão e exclusão e extraíndo informações relevantes que respondam as questões de pesquisa.

Para execução das etapas foi utilizada a ferramenta Parsifal (LIMA, 2024) na execução da etapa de busca e identificação de estudos duplicados, um programa desenvolvido em Python para automatizar a etapa 2 e realizar a seleção de artigos que continham termos da *string* de busca em campos pré-definidos.

5 Resultados

Nessa seção são apresentados os resultados das buscas por estudos e as discussões dos resultados do mapeamento realizado.

5.1 Execução

A Tabela 5.1 abaixo ilustra os resultados obtidos.

Base	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4		Aceitos
	Qtd.	Dup.	Rest.	Rem.	Rest.	Remo.	Rest.	Rem.	
EI Compendex	308	138	170	81	89	82	7	0	7
IEEE Xplore	111	44	67	48	19	19	0	0	0
Scopus	4879	160	4719	4639	80	78	2	2	0
Web of Science	117	14	103	35	68	67	1	1	0
SOL SBC	8	0	8	3	5	0	5	1	4
Total	5423	356	5067	4806	261	246	15	4	11

Tabela 5.1: Processo de busca e filtragem de estudos

Com o método de execução do mapeamento definido, na etapa de **busca** (Etapa 1) foram executadas as buscas nas bases na data de 19 de maio de 2025 resultando em 5423 estudos encontrados inicialmente. Desse resultado, foram identificados e removidos os estudos duplicados que totalizaram 356 (6,5%), restando 5067 estudos para a etapa seguinte. Na etapa de **pré-seleção** (etapa 2), observou-se um total de 4806 estudos (88,5%) que não continham ao menos um termo da *string* de busca em cada um dos campos de título, resumo e palavras-chave. Na fase de **seleção** (etapa 3) foram lidos integralmente o resumo dos estudos restantes em busca de compreender se atendiam ou não aos critérios de seleção, sendo removidos um total de 246 trabalhos (4,5%). Por fim, na etapa de **aceitação** (etapa 4), foram considerados os 15 estudos restantes que foram lidos integralmente para realizar a filtragem final e identificar os estudos aceitos. Dentre eles, 4 (0,075%) estudos foram excluídos por não atenderem a critérios de seleção e, assim, 11 (0,2%) estudos foram aceitos.

5.2 Análise dos Estudos

Analizando a distribuição dos estudos por ano na Figura 5.1, pode-se verificar que existe um crescimento partindo de 2019 e que a maior parte está compreendida entre 2022 e 2024. Isso indica que há um aumento no interesse da comunidade científica pelo assunto que envolve métodos alternativos no ensino e que é pertinente na área. O fato dos estudos se concentrarem mais no período de 2022 a 2024, tanto na etapa de Busca (Etapa 1) como de Pré-Seleção (Etapa 2) mostra que é um tema em expansão e pertinente ao critério de inclusão CI4 (últimos 5 anos). Nota-se também que o processo de filtragem é eficaz e bastante rigoroso, seguindo as diretrizes do protocolo SEGRESS: apenas uma pequena parte dos estudos encontrados atenderam a todos os critérios e estão alinhados ao foco acadêmico da disciplina de Estrutura de Dados.

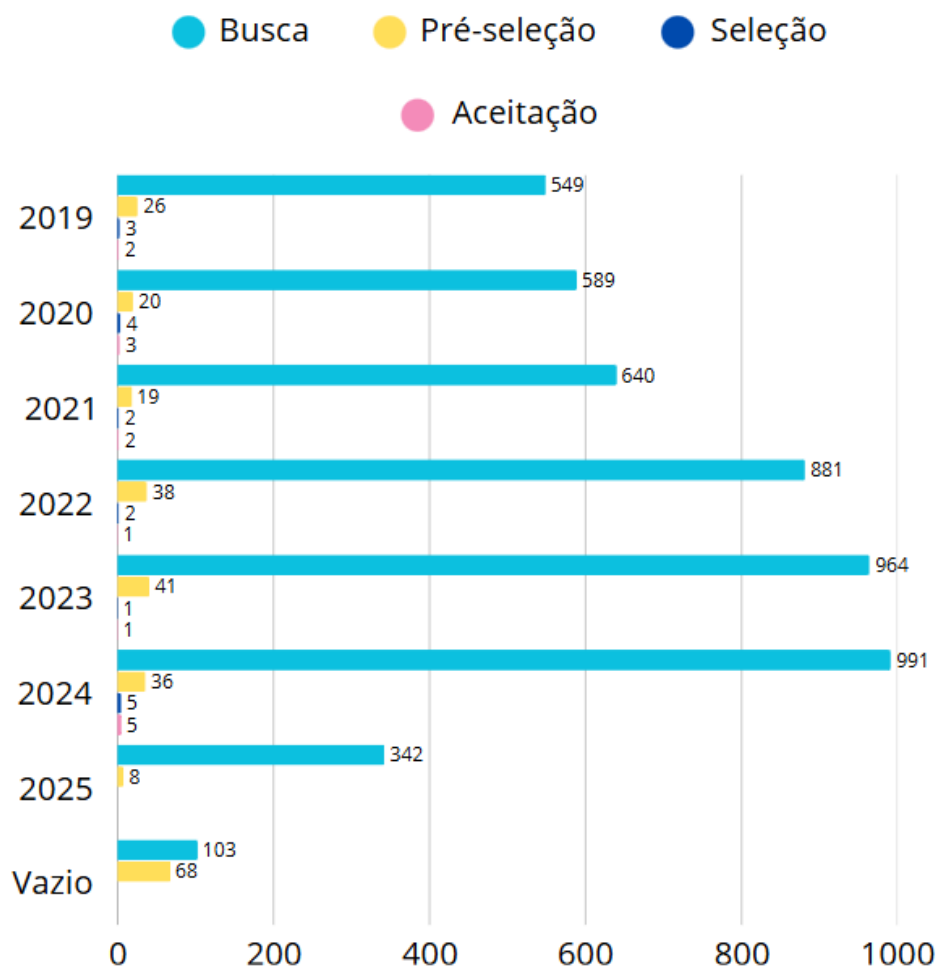


Figura 5.1: Distribuição dos estudos por ano

Com isso, na Tabela 5.2 encontra-se a disposição dos estudos selecionados para a fase final do mapeamento.

ID	Ano	Título
E-01	2021	<i>Gamifying Computer Science Education for Z Generation</i>
E-02	2021	<i>Improving Student Engagement with Project-Based Learning: A Case Study in Software Engineering</i>
E-03	2019	<i>Increasing the Engagement Level in Algorithms and Data Structures Course by Driving Algorithm Visualizations</i>
E-04	2020	Iron Ears: primeiras impressões de um jogo educativo para ensino de estrutura de dados lineares
E-05	2024	Isle Sort: Um jogo voltado para o aprendizado de Algoritmos de Ordenação e Busca
E-06	2023	Jogo educativo no ensino de estrutura de dados: aliando Educação 5.0, gamificação e storytelling
E-07	2020	<i>Learning Binary Search Trees through Serious Games based on Analogies</i>
E-08	2019	<i>OneUp: Engaging Students in a Gamified Data Structures Course</i>
E-09	2024	SpaceCode: um jogo educacional para auxiliar na aprendizagem de Algoritmos e Estrutura de Dados
E-10	2020	<i>Teaching Data Structures through Group Based Collaborative Peer Interactions</i>
E-11	2022	<i>Visualize and Learn Sorting Algorithms in Data Structure Subject in a Game-based Learning</i>

Tabela 5.2: Lista de Estudos Selecionados

5.3 Características e Métodos aplicados

Os 11 estudos selecionados foram analisados quanto a diferentes aspectos como ano de publicação, metodologia utilizada, tipo de avaliação, nível de ensino envolvido e principais resultados relatados. A Tabela 5.3 apresenta as principais características desses estudos.

Com base nos dados extraídos, observa-se que a maioria dos estudos utiliza abordagens baseadas em **gamificação**, **jogos educacionais** ou **visualizações interativas** como estratégias para aumentar o engajamento e facilitar a compreensão dos conteúdos da disciplina de Estrutura de Dados. Alguns estudos também exploram **aprendizagem baseada em projetos (PBL)** e **interações colaborativas** como formas alternativas ao modelo tradicional expositivo.

Os métodos alternativos identificados evidenciam uma tendência em migrar do ensino expositivo tradicional para abordagens mais interativas, práticas e centradas no aluno. O destaque para jogos e gamificação demonstra o potencial de técnicas que des-

pertam emoções, competição saudável e senso de propósito. A variedade metodológica também aponta para a importância de adaptar a estratégia ao perfil da turma e aos objetivos específicos de cada conteúdo da disciplina.

Estudo	Técnica	Resultados observados
E-01	Gamificação	Jogos e APPs facilitaram o entendimento dos conceitos; maior interesse, especialmente entre mulheres.
E-02	PBL	Melhoria no desempenho acadêmico, maior engajamento dos alunos e integração entre conteúdos de diferentes disciplinas (como ED, Web e Sistemas).
E-03	<i>Storytelling</i>	Melhor desempenho com visualizações do que com codificação; engajamento elevado nas atividades com apoio visual.
E-04	Jogo/GBL	A média final dos alunos aumentou significativamente no grupo que utilizou o jogo; redução de evasão por falta.
E-05	Jogo	Protótipo bem estruturado e com clareza didática; visualizações facilitaram o aprendizado de algoritmos de ordenação e busca.
E-06	Jogo	Boa aceitação em termos de usabilidade e aprendizagem; diferenças percebidas entre perfis de alunos (gênero, familiaridade com tecnologia).
E-07	Jogo	Estrutura pedagógica sólida e uso eficaz de analogias;
E-08	Gamificação	Maior prática extraclasse, engajamento e menor taxa de reprovação; impacto positivo no desempenho.
E-09	Jogo	Maior engajamento e percepção positiva entre os alunos; Docentes relataram melhor conexão entre teoria e prática.
E-10	Aprend. colaborativa	Maior compreensão conceitual, engajamento elevado e desempenho superior ao de turmas tradicionais.
E-11	Jogo	Melhor desempenho e maior engajamento. O aprendizado foi considerado mais eficaz e divertido

Tabela 5.3: Resumo dos estudos selecionados quanto à metodologia e contexto

5.4 Análise das Questões de Pesquisa

A partir da consolidação dos estudos aceitos na fase final de aceitação da estratégia de busca deste MSL, as questões de pesquisa tiveram as seguintes respostas.

5.4.1 RQ-1: Quais métodos alternativos têm sido utilizados no ensino de Estrutura de Dados?

A análise dos estudos selecionados apresentou uma variedade de metodologias alternativas aplicadas no ensino da disciplina de Estrutura de Dados, cada uma com características

específicas no que diz respeito a abordagem didática, nível de interação e perfil dos alunos. As metodologias mais recorrentes foram **gamificação, jogos educacionais e aprendizagem baseada em projetos (PBL)**.

Gamificação

A Gamificação envolve aplicação de elementos de jogos, como desafios, recompensas, *rankings*, pontos, fases etc. em ambientes de aprendizagem para motivar e engajar continuamente os estudantes, trazendo também um senso de progresso e evolução (KASURINEN; KNUTAS, 2018). Essa técnica foi identificada nos estudos E-01 e E-09

Jogos Educacionais

Os Jogos Educacionais podem ser definidos como a ferramenta utilizada no ambiente escolar que tem entre suas funções promover integração, cooperação, divertimento e tornar os processos de aprendizagem e ensino mais eficazes (KISHIMOTO, 2021). Ou seja, são poderosas ferramentas no contexto da aprendizagem interativa, especialmente por promover experiências lúdicas. Os estudos que utilizaram desse recursos desenvolveram jogos customizados voltados para o ensino de estruturas como listas, filas, árvores e algoritmos de ordenação e busca. Os jogos Iron Ears (E-04), Isle Sort (E-05) e SpaceCode (E-09) exemplificam muito bem isso.

Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)

A PBL é uma abordagem centrada no aluno, onde ele é ativamente envolvido no processo de aprendizado (NURHIDAYAH; WIBOWO; ASTRA, 2021). O conhecimento é construído por meio da resolução de problemas e desenvolvimento de projetos reais ou simulados. No estudo E-02, esse conceito é aplicado integrando disciplinas como Estrutura de Dados, Web e Engenharia de Software, promovendo não só a aprendizagem do conteúdo, mas também habilidades interdisciplinares.

Aprendizagem Colaborativa e Interações entre Pares

Esta metodologia baseia-se, entre algumas definições, na interação social entre alunos para a resolução de problemas e construção coletiva do conhecimento, focando na aprendizagem ativa e engajada com todos envolvidos no processo (CHINAGLIA; PAULA, 2022). As atividades são desenhadas para promover a troca de experiências, diálogo e ensino mútuo. No estudo E-10, percebe-se que essa técnica demonstrou resultados positivos tanto na aprendizagem quanto no desenvolvimento de habilidades interpessoais, como comunicação e escuta ativa. O envolvimento direto entre colegas facilitou a identificação de dúvidas e permitiu diferentes perspectivas para a solução dos problemas.

Storytelling e Narrativas Interativas

O uso de narrativas como recurso pedagógico visa envolver os alunos em uma história que contextualiza os conceitos, tornando o conteúdo mais memorável e emocionalmente significativo. Estudos como E-03 e E-11 utilizaram narrativas para criar jogos com personagens, missões e enredos, que conduziam o estudante pelos conceitos de árvores binárias, listas e fluxos de dados.

A Tabela 5.4 abaixo consolida as técnicas utilizadas nos estudos:

Técnicas	Quantidade
Jogos Educacionais	6
Gamificação	2
Aprendizagem colaborativa	1
PBL	1
<i>Storytelling</i>	1

Tabela 5.4: Técnica utilizadas

5.4.2 RQ-2: Como metodologias ativas impactam o aprendizado e o desempenho dos estudantes em Estrutura de Dados?

Os estudos analisados apontam que o uso de metodologias ativas no ensino de Estrutura de Dados têm gerado impactos positivos significativos na aprendizagem e no desempenho dos estudantes. Os efeitos mais recorrentes envolvem a melhora do rendimento acadêmico, o aumento do engajamento dos alunos, a compreensão mais profunda dos conceitos e o

desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais.

Em relação ao desempenho acadêmico, diversos estudos demonstraram aumento nas médias finais dos alunos, redução na taxa de reprovação e melhor desempenho em avaliações práticas. O estudo E-08, por exemplo, que aplicou a gamificação por meio da plataforma OneUp (DICHEVA; IRWIN; DICHEV, 2019b), relatou melhora significativa na participação dos alunos em atividades extraclasse e queda nas reprovações. Resultados semelhantes foram obtidos nos estudos E-06 e E-11, com o jogo Iron Ears, nos quais análises estatísticas confirmaram o impacto positivo da abordagem sobre o rendimento dos alunos.

Além disso, as metodologias ativas contribuíram fortemente para elevar o engajamento e a motivação dos estudantes. As estratégias de gamificação, os jogos interativos e o uso de narrativas permitiram que os alunos se envolvessem de maneira mais efetiva com os conteúdos, especialmente nos estudos E-09 (SpaceCode), E-06 (jogo com *Storytelling*) e E-01 (gamificação para a Geração Z). A motivação gerada pelas atividades lúdicas e pelos elementos de competição saudável favoreceu a dedicação dos estudantes, tornando o aprendizado mais dinâmico e interessante.

Outro impacto relevante foi a facilitação da compreensão de conceitos abstratos. A disciplina de Estrutura de Dados envolve temas de difícil assimilação, como árvores, filas, pilhas e algoritmos de ordenação. As visualizações interativas utilizadas nos estudos E-03 e E-05, bem como os jogos educativos com *feedback* visual e analogias, ajudaram os alunos a compreender de forma concreta a lógica por trás dessas estruturas, promovendo uma aprendizagem mais efetiva.

As metodologias ativas também promoveram o desenvolvimento de competências importantes. No estudo E-10, que abordou o ensino colaborativo com interações entre pares, os alunos desenvolveram habilidades como cooperação, comunicação e pensamento crítico. Ao trabalhar de forma colaborativa ou em ambientes de projetos, os estudantes também foram desafiados a resolver problemas reais, articulando os conteúdos aprendidos com outras disciplinas.

Por fim, observou-se que abordagens ativas contribuem para tornar o ambiente de aprendizagem mais inclusivo. A presença de jogos e narrativas, por exemplo, foi valorizada

por estudantes que tradicionalmente enfrentam dificuldades com programação ou que não se identificam com métodos convencionais. O estudo E-01 destacou o aumento do interesse entre mulheres e perfis diversos, demonstrando o potencial das metodologias ativas para democratizar o acesso ao conhecimento.

Em síntese, as metodologias ativas analisadas impactam positivamente o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Estrutura de Dados, promovendo maior engajamento, melhor desempenho, compreensão e um ambiente mais acolhedor e participativo.

5.4.3 RQ-3: Quais são os principais desafios enfrentados na aplicação de metodologias ativas no ensino de Estrutura de Dados?

Apesar de os estudos analisados demonstrarem um impacto positivo ao usar métodos alternativos no ensino de Estrutura de Dados, alguns problemas ainda limitam que essas abordagens sejam amplamente adotadas e efetivadas em ambientes acadêmicos formais. Os problemas identificados nos artigos são de ordem pedagógica, técnica, estrutural e metodológica.

Um problema frequente é a falta de avaliações formais e padronizadas. Muitos estudos que sugeriram jogos ou ambientes gamificados não fizeram testes empíricos extensos com turmas reais, o que restringe a generalização dos resultados. Por exemplo, os estudos E5 e E11 criaram protótipos promissores, mas ainda em fase inicial, sem validação quantitativa ou de longo prazo. Essa limitação mostra a necessidade de maior rigor metodológico em pesquisas futuras, incluindo grupos de controle, testes estatísticos e análises de longo prazo.

Outra barreira importante é a dificuldade de integrar esses métodos ao currículo formal das instituições. Frequentemente, os professores enfrentam restrições de tempo, carga horária e alinhamento com ementas rígidas, o que dificulta o uso de jogos, projetos ou atividades colaborativas nas disciplinas. Em alguns casos, como no estudo E10, os autores observam que a participação dos alunos em atividades avaliativas entre colegas foi limitada, mostrando resistência a formatos diferentes dos tradicionais.

Além disso, alguns estudos apontam problemas relacionados à formação dos pro-

fessores. Nem todos os professores estão familiarizados com o uso de ferramentas digitais, desenvolvimento de jogos ou estratégias de gamificação, o que pode levar a uma aplicação superficial ou tecnicamente limitada do método. O estudo E3, por exemplo, identificou que a interface visual do jogo SpaceCode precisava de ajustes para ser bem utilizada em sala de aula, e que a adoção completa dependeria da capacitação dos professores.

A infraestrutura tecnológica também é um obstáculo, principalmente em instituições com poucos recursos. Jogos e plataformas interativas podem exigir acesso à internet, computadores compatíveis e suporte técnico, o que nem sempre está disponível, especialmente em contextos públicos ou periféricos.

Por fim, alguns estudos ressaltaram desafios no *design* instrucional das metodologias, como a necessidade de equilibrar a atratividade dos jogos com a profundidade do conteúdo. Caso o elemento lúdico seja excessivo ou mal planejado, pode ocorrer dispersão ou foco no jogo em si, em detrimento do conteúdo pedagógico.

5.4.4 RQ-4: Há evidências na literatura de que métodos alternativos melhoram a retenção do conhecimento em Estrutura de Dados?

A análise dos estudos selecionados revela que há indícios relevantes de que metodologias alternativas contribuem positivamente para a retenção do conhecimento na disciplina de Estrutura de Dados. Embora nem todos os trabalhos realizem investigações de longo prazo, diversos resultados apontam melhorias na compreensão duradoura dos conceitos, especialmente quando comparadas a abordagens tradicionais.

Alguns estudos destacaram que o uso de jogos e gamificação ajudou os alunos a internalizarem os conteúdos por meio de experiências práticas, imersivas e interativas. No estudo E-08, a plataforma OneUp estimulou os alunos a praticarem repetidamente fora da sala de aula, o que favoreceu a fixação do conteúdo ao longo do tempo. Já no estudo E-04, que avaliou o jogo Iron Ears, a aplicação de testes com grupos controle demonstrou que os alunos que utilizaram o jogo tiveram médias finais superiores e maior domínio dos conceitos de estruturas lineares, sugerindo um impacto direto sobre a retenção.

Estudos que utilizaram visualizações interativas, como o E-03 (com as ferramen-

tas Algomaster ⁶ e VizAlgo ⁷), também apresentaram evidências de que a representação visual de estruturas complexas permite que os alunos compreendam e recordem melhor os conceitos posteriormente. Os autores destacam que, ao verem o comportamento das estruturas em tempo real, os estudantes consolidam de forma mais efetiva os princípios de funcionamento interno dos algoritmos.

Ainda que nem todos os estudos tenham avaliado explicitamente a retenção a longo prazo, muitos relatam aprendizado mais profundo e significativo, o que pode ser interpretado como um indicador indireto de retenção. O estudo E-06, por exemplo, enfatiza que o uso de analogias e *Storytelling* favorece o entendimento dos conceitos por meio da associação com narrativas envolventes. Da mesma forma, os ambientes colaborativos descritos no estudo E-10 promoveram a fixação do conteúdo por meio da construção coletiva do conhecimento.

No entanto, é importante destacar que poucos estudos realizaram avaliações longitudinais, com testes aplicados semanas ou meses após a intervenção. Isso indica uma lacuna na literatura e aponta para a necessidade de investigações futuras que explorem com mais profundidade os efeitos duradouros das metodologias ativas sobre a retenção do conhecimento.

⁶<https://algomaster.io/>

⁷<https://vizalgo.netlify.app/>

6 Discussão

6.1 Recursos tecnológicos aplicados

A aplicação de metodologias alternativas no ensino de Estrutura de Dados frequentemente depende do uso de recursos tecnológicos variados que possibilitam desde ambientes gamificados até simulações interativas de algoritmos. A análise dos estudos selecionados revelou uma diversidade de ferramentas e plataformas, tanto desenvolvidas especificamente para fins educacionais quanto adaptadas a partir de tecnologias existentes.

Entre os recursos mais utilizados estão os jogos digitais desenvolvidos sob medida, como nos estudos E-04 (Iron Ears), E-05 (Isle Sort), E-06 (jogo com *Storytelling* e Educação 5.0), E-07 (*Serious Game* para Árvores BST) e E-09 (SpaceCode). Esses ambientes foram projetados especificamente para permitir que os alunos interajam com estruturas de dados por meio de mecânicas lúdicas, reforçando o conteúdo teórico em um contexto prático e visual. O desenvolvimento desses jogos exigiu ferramentas como Unity, Flutter, Java, e plataformas web compatíveis com navegadores e sistemas operacionais amplamente disponíveis.

Outros estudos (como E-08 e E-01) utilizaram plataformas de gamificação generalizadas, como a OneUp, que incorporam elementos de recompensa, *rankings* e desafios aplicáveis a tarefas acadêmicas. Nesse caso, o foco do recurso tecnológico está mais voltado à motivação e engajamento, do que à simulação direta dos conceitos técnicos da disciplina.

A utilização de ferramentas de visualização de algoritmos, como no estudo E-03 (com VizAlgo e Algomaster) e E-11, também se destacou. Essas ferramentas permitem que os estudantes visualizem em tempo real o comportamento de estruturas como árvores binárias e algoritmos de ordenação. Por meio de animações passo a passo, os recursos contribuem para reduzir o nível de abstração e facilitar a compreensão dos mecanismos internos de funcionamento dos algoritmos.

Além dos jogos e visualizações, alguns estudos empregaram ambientes de pro-

gramação educacional, como o Scratch, usado em oficinas para iniciantes, e *frameworks* de mineração de dados, como no estudo E-02, para analisar padrões de aprendizagem dos alunos ao longo do tempo.

Por outro lado, foram relatadas algumas limitações relacionadas à infraestrutura, especialmente nos estudos que demandam equipamentos com maior capacidade gráfica ou acesso a internet estável. O estudo E-09, por exemplo, identificou dificuldades com a interface gráfica do jogo SpaceCode, especialmente em versões WebGL. Outros estudos mencionaram barreiras institucionais para adoção das ferramentas propostas, como falta de capacitação docente ou recursos computacionais limitados.

Assim sendo, os recursos tecnológicos utilizados variaram conforme o tipo de metodologia aplicada, sendo que as ferramentas mais eficazes foram aquelas que permitiram interação ativa com o conteúdo, visualização prática de conceitos abstratos e acompanhamento do progresso do aluno. Contudo, o sucesso dessas aplicações também está relacionado à viabilidade técnica e institucional, o que reforça a importância de adequar as soluções tecnológicas à realidade de cada contexto educacional.

6.2 Tipos de avaliação

Os estudos selecionados no presente mapeamento utilizaram diferentes estratégias para avaliar a eficácia das metodologias alternativas aplicadas ao ensino de Estrutura de Dados. As abordagens de avaliação identificadas variaram entre métodos **quantitativos**, **qualitativos e mistos**, conforme tabela 6.1, refletindo tanto o foco pedagógico quanto os recursos disponíveis em cada contexto institucional.

Estudo	Tipo de avaliação
Quantitativa	E-03, E-04, E-08, E-11
Qualitativa	E-01, E-06, E-09, E-10
Mista	E-02,
Outros	E-05, E-07

Tabela 6.1: Tipos de Avaliação

A maioria dos estudos optou por avaliações quantitativas, com a aplicação de testes de desempenho, análises estatísticas comparativas e coleta de dados objetivos como notas, frequência, taxa de reprovação ou evolução de conceitos específicos. No estudo E-04,

por exemplo, foi utilizada uma análise estatística com o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (SIEGEL; JR, 2006) para comparar o desempenho de grupos que utilizaram ou não o jogo. O estudo E-08 também utilizou abordagem quase-experimental, acompanhando indicadores de desempenho e engajamento dos alunos ao longo do tempo.

Outros estudos, como E-03 e E-11, aplicaram métricas baseadas em visualizações interativas e testes objetivos para aferir a melhora no entendimento de algoritmos, com evidências claras de que a visualização favorece a assimilação conceitual. No caso do E-07, embora a proposta pedagógica esteja bem estruturada, a avaliação ainda se encontra em estágio inicial e não inclui uma validação empírica ampla.

Por outro lado, avaliações qualitativas foram utilizadas em diversos estudos para captar a percepção dos estudantes e professores, por meio de entrevistas, questionários de opinião e *feedback* aberto. No estudo E-06, por exemplo, foi aplicado o questionário IAQJED (DE; COUTINHO; ALVES, 2016) para avaliar aspectos como usabilidade, clareza e aprendizado percebido. Já o E-09, que apresenta o jogo SpaceCode, contou com a aplicação do modelo TAM (*Technology Acceptance Model*) (SILVA, 2015) com professores, buscando entender a aceitação e aplicabilidade do recurso no ambiente de ensino.

Alguns estudos adotaram uma abordagem mista, combinando dados quantitativos e qualitativos para obter uma visão mais ampla do impacto das metodologias. É o caso do estudo E-02, com PBL, que utilizou tanto avaliações formais quanto o relato de experiências dos alunos e a análise da taxa de aprovação. Essa combinação é particularmente útil em contextos de aplicação prática, em que os resultados quantitativos não indicam com clareza os ganhos de engajamento, motivação ou habilidades.

6.3 Escopo

A análise do conjunto de estudos selecionados revelou uma diversidade quanto ao escopo, nível educacional e contexto institucional em que as metodologias alternativas foram aplicadas no ensino de Estrutura de Dados. Essa variedade contribui para uma visão abrangente sobre como essas práticas estão sendo empregadas, mas também evidencia zonas de concentração e lacunas recorrentes na literatura.

Em relação ao nível de ensino, os estudos foram aplicados em cursos de graduação

na área de Computação, especialmente nas disciplinas de Estrutura de Dados. A pesquisa em nível superior reflete o foco da disciplina nas grades curriculares universitárias.

Quanto ao conteúdo abordado, observou-se uma concentração significativa em estruturas lineares, como listas, pilhas e filas (ex.: E-04, E-09), e nos algoritmos de ordenação e busca (ex.: E-05, E-11). Poucos estudos se dedicaram ao ensino de estruturas mais complexas como árvores binárias (E-07) ou grafos, e quase nenhum abordou o uso de tabelas hash, heaps ou estruturas personalizadas. Isso revela um foco ainda restrito a conteúdos introdutórios, o que pode estar relacionado à dificuldade de representar visualmente estruturas mais sofisticadas ou à falta de recursos técnicos disponíveis.

Outro aspecto importante é a especificidade da disciplina. Embora todos os estudos estivessem relacionados ao ensino de computação, alguns tinham escopo mais amplo, como PBL aplicado ao curso de Engenharia de Software (E-02), enquanto outros foram diretamente vinculados à disciplina de Estrutura de Dados (E-08, E-09, E-11). A delimitação precisa da disciplina é essencial para assegurar a coerência das análises e garantir que os resultados estejam alinhados aos objetivos do presente trabalho.

6.4 Representação Visual dos Resultados

Essa seção apresenta diversas visualizações, entre gráficos e tabelas de algumas características observadas nos estudos aceitos.

6.4.1 Técnicas alternativas utilizadas

Identificou-se no estudo que os jogos educacionais digitais foram amplamente utilizados, aparecendo em mais da metade dos estudos aceitos, seguido da gamificação, com 18.2%. As demais técnicas representaram parcelas menores, como visto na Figura 6.1.

Esses dados mostram que a preferência por jogos educacionais digitais indica uma tendência para mudar a disciplina no próprio meio de ensino, não sendo apenas um estímulo periférico. Embora mais popular, a gamificação ainda é pouco explorada, servindo mais como complemento à prática pedagógica. Contudo, esses resultados sugerem que a comunidade acadêmica se mostra aberta e valoriza práticas que criem ambientes

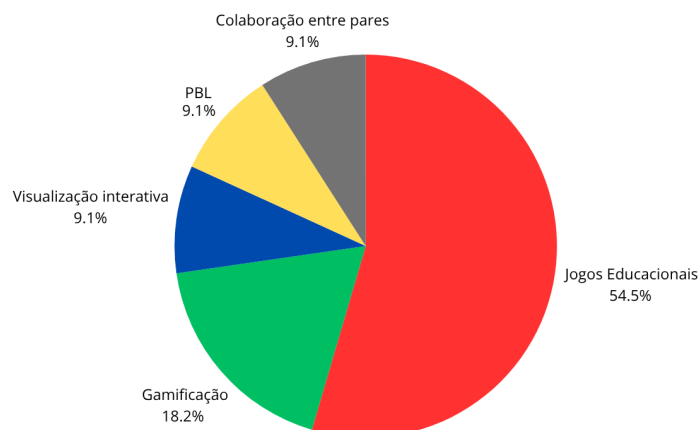


Figura 6.1: Técnicas mais utilizadas

imersivos e interativos e que há espaço para diversificar metodologias, especialmente em projetos reais, como na utilização de técnicas que envolvam PBL e atividades colaborativas.

6.4.2 Estrutura de Dados mais abordadas

Analisando as estruturas de dados mais abordadas nos estudos aceitos, nota-se uma concentração significativa de metodologias aplicadas em estruturas mais básicas, como **listas encadeadas** (6), **pilhas** (5), **filas** (4) e **algoritmos de ordenação** (4) conforme a Figura 6.2. Por outro lado, estruturas mais complexas aparecem em poucos estudos ou sequer são mencionadas, como é o caso de tabelas hash, heaps e grafos.

Isso indica que há uma maior dificuldade, tanto pedagógica quanto técnica, para representar essas estruturas avançadas dentro de metodologias ativas. Com isso, mesmo que o aluno avance bem nas estruturas iniciais, pode voltar a enfrentar obstáculos quando se depara com conteúdos mais abstratos. Também se percebe uma lacuna na literatura voltada ao ensino dessas estruturas mais complexas, o que representa uma oportunidade relevante para pesquisas futuras na área.

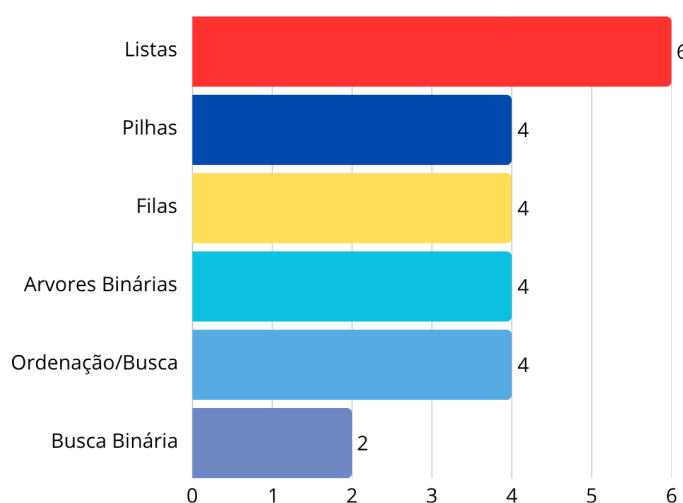


Figura 6.2: Estruturas de dados mais abordadas

6.4.3 Impactos Observados

Os dados obtidos a partir dos estudos selecionados indicam que os impactos mais recorrentes da aplicação de métodos alternativos no ensino de Estrutura de Dados são o aumento do **engajamento** e da **motivação** dos alunos, seguidos por uma melhoria na **compreensão conceitual** dos conteúdos, como vistos na Figura 6.3. Esse padrão, observado em grande parte das publicações analisadas, reforça o potencial das metodologias ativas em promover a participação dos estudantes, criar ambientes mais interativos e gerar maior interesse pelo conteúdo técnico da disciplina.

Em especial, abordagens como jogos educativos, gamificação e visualizações interativas contribuíram para transformar o ambiente de aprendizagem em uma experiência mais dinâmica, reduzindo a distância entre teoria e prática. A percepção de que o conteúdo se torna mais acessível e compreensível foi recorrente entre os participantes dos estudos, mesmo nos casos em que não houve avaliação quantitativa formal. Além disso, embora em menor número, alguns estudos relataram **redução nas taxas de reprovação** e **melhora nas médias finais**, o que sugere impactos concretos no desempenho acadêmico. Porém, é importante destacar que, na maioria dos casos, as avaliações se concentraram na percepção dos alunos quanto ao aprendizado, usabilidade das ferramentas e engajamento

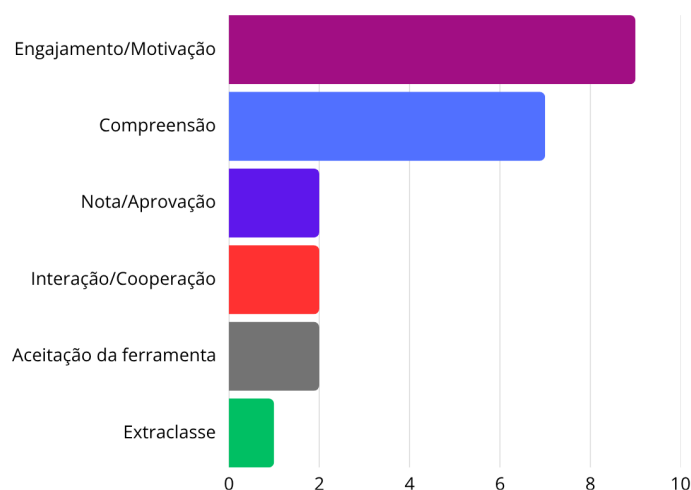


Figura 6.3: Impactos observados nos estudos

durante as atividades, deixando em segundo plano análises mais objetivas de desempenho e retenção a longo prazo.

Esses resultados apontam para a eficácia das metodologias ativas em tornar o ensino mais atrativo e participativo, ainda que exista uma lacuna em relação à mensuração formal do impacto acadêmico. Futuros estudos podem se beneficiar da adoção de avaliações mais padronizadas e trianguladas, permitindo validar de forma mais robusta os benefícios pedagógicos observados.

6.5 Ameaças à Validade

Mesmo seguindo um protocolo definido, algumas ameaças à validade precisam ser destacadas.

Uma delas está ligada à interpretação dos artigos. A leitura e classificação dos estudos depende, em parte, de julgamento do pesquisador, o que pode gerar interpretações diferentes caso fosse feita por outra pessoa. Para reduzir esse risco, foi adotado um processo estruturado de leitura, baseado nos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos

Outra ameaça importante é a *string* de busca. Apesar de construída a partir de

termos comuns na literatura, sempre existe a possibilidade de que alguns trabalhos relevantes não tenham sido recuperados por usarem palavras diferentes ou descritores fora da *string* definida. Para mitigar esse risco, a *string* foi construída de forma iterativa, testada em diferentes bases de dados e ajustada até contemplar termos relevantes identificados na literatura.

Outro ponto diz respeito à possibilidade de viés na predominância de determinadas metodologias, em especial jogos digitais e gamificação, que apareceram em maior número em comparação a outras técnicas. Esse viés pode estar relacionado à própria popularidade dessas abordagens na literatura. Para lidar com isso, foram destacadas também as lacunas encontradas, ressaltando a necessidade de diversificação metodológica em pesquisas futuras.

Destaca-se também a generalização dos resultados. Muitos estudos analisados tiveram amostras pequenas, tempo de aplicação curto ou foram conduzidos em um único contexto educacional, o que limita a extrapolação dos achados para outras realidades acadêmicas.

Por fim, a escolha das bases de dados também representa uma limitação, já que trabalhos relevantes podem ter ficado de fora por estarem indexados em outros repositórios. Pensando nisso, a escolha se deu por cinco bases distintas e conhecidas na área da computação, para tornar os ambiente amplo.

7 Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste MSL, é possível identificar diversas contribuições relevantes que podem ser aplicadas à prática docente no ensino de Estrutura de Dados. As metodologias alternativas, como jogos educacionais, gamificação, visualizações interativas e estratégias colaborativas, mostraram potencial para melhorar o aprendizado e tornar as aulas mais atrativas.

Uma das principais contribuições observadas está no aumento do **engajamento** dos alunos. Estudos relataram que os alunos participaram mais ativamente das aulas e atividades quando essas estratégias foram aplicadas. A presença de desafios, recompensas e mecânicas parecidas com as de jogos ajudou a manter o interesse e a motivação dos estudantes, inclusive em atividades fora do ambiente tradicional de aula.

Outro ponto importante é a **melhora na compreensão dos conteúdos**. Ferramentas que usam simulações, animações e atividades práticas ajudaram os alunos a visualizarem o funcionamento das estruturas de dados de forma mais concreta, o que reduz o nível de abstração e facilita a aprendizagem. Esse tipo de recurso pode ser muito útil principalmente para explicar estruturas como pilhas, filas, árvores e algoritmos de ordenação.

Também vale destacar que muitas dessas estratégias são **flexíveis e adaptáveis**, podendo ser usadas em diferentes contextos educacionais. Algumas não exigem muitos recursos tecnológicos como no caso de atividades desplugadas ou dinâmicas simples, o que facilita sua adoção em instituições com menos infraestrutura.

Além disso, métodos como **projetos colaborativos** e **atividades em grupo** incentivam habilidades importantes, como autonomia, trabalho em equipe e pensamento crítico, que vão além do conteúdo técnico da disciplina.

Por fim, é importante lembrar que o uso dessas metodologias exige um **planejamento cuidadoso por parte do professor**, tanto na elaboração das atividades quanto na forma de avaliar os resultados. Ainda é comum que muitos estudos utilizem apenas avaliações baseadas na percepção dos alunos, sem uma análise mais aprofundada

dos resultados acadêmicos. Por isso, é fundamental que o professor pense em formas de acompanhar e medir os avanços dos alunos de forma objetiva.

7.1 Possibilidade de Pesquisa

A partir dos resultados obtidos, é possível identificar alguns direcionamentos importantes para pesquisas futuras no ensino de Estrutura de Dados com metodologias alternativas.

Um primeiro ponto refere-se à necessidade de amostras maiores e mais controladas. Muitos estudos analisados envolveram grupos reduzidos de participantes ou contextos muito específicos, o que dificulta a generalização dos resultados. Direções futuras devem buscar amostras mais representativas e experimentos controlados, de forma a permitir comparações mais robustas.

Outro aspecto diz respeito à padronização dos métodos de avaliação. Os estudos utilizaram métricas e instrumentos bastante variados, o que dificulta a comparação entre os resultados. Propõe-se que novas pesquisas busquem estabelecer protocolos comuns de avaliação — idealmente em nível departamental ou institucional — de modo a favorecer replicabilidade e validação cruzada.

Além disso, foi observado que a maioria das intervenções analisadas teve caráter de curto prazo, restringindo-se a uma disciplina ou semestre. Futuras investigações podem explorar acompanhamentos longitudinais, avaliando se os efeitos das metodologias ativas se mantêm no médio e longo prazo, especialmente no que se refere à retenção do conhecimento e aplicação em disciplinas subsequentes.

Outro direcionamento importante é a exploração de técnicas alternativas ainda pouco abordadas. A literatura mostra predominância de jogos digitais e gamificação, enquanto estratégias como computação desplugada, dinâmicas presenciais, aprendizagem colaborativa e métodos híbridos ainda aparecem de forma limitada ou nem aparecem. Isso abre espaço para a diversificação de abordagens e para a análise comparativa entre diferentes métodos.

Por fim, recomenda-se também a ampliação do escopo geográfico e institucional das pesquisas, já que muitos estudos concentram-se em contextos específicos. Trabalhos multicêntricos e em diferentes níveis de ensino podem trazer uma visão mais ampla sobre

a aplicabilidade e eficácia das metodologias alternativas.

Bibliografia

- BATTISTELLA, P. E. et al. SORTIA 2.0: Um jogo de ordenação para o ensino de estrutura de dados. In: *XII Brazilian Symposium on Information Systems*. Florianópolis, SC, Brazil: SBC, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338132489_SORTIA_20Um_jogo_de_ordenacao_para_o_ensino_de_Estrutura_de_Dados. Acesso em: 27 jan. 2025.
- BELL, T. et al. Computer science unplugged: school students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, v. 13, 01 2009.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 32, n. 1, p. 25–40, mar. 2012. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326>.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Washington, DC, 1991. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>.
- BRITO, M. de L. et al. Active learning methodologies: an experience report in the courses of programming and data structure. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 1, p. e74911648, Jan. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/1648>.
- CARVALHO, J. et al. Dispositivos vestíveis aplicados no ensino. *Revista Observatório*, v. 4, p. 509, 04 2018.
- CERQUEIRA, T.; SILVA, A.; ARAUJO, L. Codebo unplugged: Um jogo desplugado para o ensino de pilha. In: *Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 04–05. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp-estendido/article/view/24132>.
- CHINAGLIA, A. P.; PAULA, E. M. A. T. d. Collaborative learning in higher education: literature review in analysis of a collaborative musical practice. v. 11, p. e11611729263, May 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29263>.
- COSTA, C.; MURTA, L. Version control in distributed software development: A systematic mapping study. In: *2013 IEEE 8th International Conference on Global Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 90–99.
- DE, I.; COUTINHO, I.; ALVES, L. Instrumento de avaliação da qualidade de jogos digitais com finalidade educativa (iaqjed). 1. 09 2016.
- DELGADO, C. et al. Uma abordagem pedagógica para a iniciação ao estudo de algoritmos. In: *XII Workshop de Educação em Computação*. [S.l.: s.n.], 2004.
- DICHEVA, D.; IRWIN, K.; DICHEV, C. Oneup: Engaging students in a gamified data structures course. In: *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (SIGCSE '19), p. 386–392. ISBN 9781450358903. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3287324.3287480>.

DICHEVA, D.; IRWIN, K.; DICHEV, C. Oneup: Engaging students in a gamified data structures course. In: . [S.l.: s.n.], 2019. p. 386–392.

GENESIO, N. et al. Um mapeamento sistemático sobre jogos educacionais digitais para o ensino-aprendizagem de estrutura de dados. In: *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 819–837. ISSN 0000-0000. Disponível em: [⟨https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31287⟩](https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31287).

GOMES, L.; ARAUJO, L. G. Codebô: Um puzzle game educacional sobre estrutura de dados. In: *Anais Estendidos do I Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 37–38. ISSN 0000-0000. Disponível em: [⟨https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp_estendido/article/view/14864⟩](https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp_estendido/article/view/14864).

JESUS, A. D.; BRITO, G. S. Concepção de ensino-aprendizagem de algoritmos e programação de computadores: A prática docente. *Varia Scientia*, v. 9, n. 16, p. 149–158, dez. 2009. Disponível em: [⟨https://saber.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/2632⟩](https://saber.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/2632).

JULIO, J. et al. Jogos educativos para estruturas de dados: Um mapeamento sistemático. In: *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 1186–1199. ISSN 0000-0000. Disponível em: [⟨https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/32389⟩](https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/32389).

KASURINEN, J.; KNUTAS, A. Publication trends in gamification: A systematic mapping study. *Computer Science Review*, v. 27, p. 33–44, 2018. ISSN 1574-0137. Disponível em: [⟨https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574013716301769⟩](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574013716301769).

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. *Cengage Learning*, 2021.

KITCHENHAM, B.; MADEYSKI, L.; BUDGEN, D. Segress: Software engineering guidelines for reporting secondary studies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 49, n. 3, p. 1273–1298, 2023.

LEMOS, E. d. S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB*, n. 21, jun. 2013. Disponível em: [⟨https://serieucdb.emnuvens.com.br/serie-estudos/article/view/291⟩](https://serieucdb.emnuvens.com.br/serie-estudos/article/view/291).

LIMA, L. E. R. de A. R. de. *Parsifal – Ferramenta de apoio à Revisão Sistemática*. 2024. Acessado em 3 de junho de 2025. Disponível em: [⟨https://parsif.al/⟩](https://parsif.al/).

MEDEIROS, R.; FALCAO, T.; RAMALHO, G. Ensino e aprendizagem de introdução a programação no ensino superior brasileiro: Revisão sistemática da literatura. In: *Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 186–190. ISSN 2595-6175. Disponível em: [⟨https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/11155⟩](https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/11155).

MENEZES, C.; NOBRE, I. Suporte a cooperação em um ambiente de aprendizagem para programação (samba). *XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE'2002)*. São Leopoldo, RS, Brasil, 2003.

Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular – Educação Infantil e Ensino Fundamental*. 2022. Acesso em: 02 jun. 2025. Disponível em: [⟨http://basenacionalcomum.mec.gov.br⟩](http://basenacionalcomum.mec.gov.br).

Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Computação*. 2025. <<https://www.gov.br/mec/>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

MOREIRA, J. A.; MONTEIRO, W. M. O uso da computação desplugada em um contexto de gamificação para o ensino de estrutura de dados. In: *SBC*. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89272>>. Acesso em: 28 jan. 202.

NOBRE, I. A. M. N.; MENEZES, C. S. Suporte à cooperação em um ambiente de aprendizagem para programação (samba). In: *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*. São Leopoldo, RS, Brasil: [s.n.], 2002.

NURHIDAYAH, I. J.; WIBOWO, F. C.; ASTRA, I. M. Project based learning (pjbl) learning model in science learning: Literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, v. 2019, n. 1, p. 012043, oct 2021. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>>.

PASCHOAL, L. et al. Informática na educação em computação: uma visão geral sobre as contribuições de pesquisadores brasileiros. In: *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 1623–1632. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12918>>.

PINTRICH, P. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology - J EDUC PSYCHOL*, v. 95, p. 667–686, 12 2003.

RAABE, A. L. A.; SILVA, J. M. C. da. Um ambiente para atendimento as dificuldades de aprendizagem de algoritmos. In: *XIII Workshop sobre Educação em Computação*. São Leopoldo, RS, Brazil: SBC, 2005. Disponível em: <https://www.academia.edu/25488164/Um_Ambiente_para_Atendimento_as_Dificuldades_de_Aprendizagem_de_Algoritmos>. Acesso em: 28 jan. 2025.

RODRIGUES, C. A.; FRANCISCO, A. Metodologias ativas na educação superior: Um olhar sobre as experiências na prática docente. In: *Anais do X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE*. Curitiba, PR, Brasil: PUCPR, 2023. p. 1–12. Disponível em: <<https://educere.bruc.com.br/arquivo/metod.pdf>>.

SASSI, S. B.; MACIEL, C.; PEREIRA, V. C. Revisão sistemática de estudos sobre computação desplugada na educação básica e superior de 2014 a 2020: Tendências no campo: A systematic literature review of studies on unplugged computing in elementary/high school and higher education from 2014 to 2020: Trends in the field. *Revista Contexto amp; Educação*, v. 36, p. 10–30, maio 2021. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/11785>>.

SIEGEL, S.; JR, N. J. C. *Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento*. [S.l.]: Artmed Editora, 2006.

SILVA, F. L. A. da et al. Um relato de experiência do uso de metodologias ativas para o ensino remoto de estruturas de dados em tempos de pandemia / an experience report of the use of active methodologies for the remote teaching of data structures in times of pandemics. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 7, p. 70453–70491, Jul. 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/32833>>.

SILVA, G.; SEABRA, R. D. Rea-aed: Recurso educacional aberto para o ensino de algoritmos e estruturas de dados. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2018. p. 1–7. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/5063>.

SILVA, G.; SEABRA, R. D. Rea-aed: Recurso educacional aberto para o ensino de algoritmos e estruturas de dados. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2018. p. 1–7. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/5063>.

SILVA, P. Davis' technology acceptance model (tam)(1989). *Information seeking behavior and technology adoption: Theories and trends*, IGI Global, p. 205–219, 2015.

SOBRAL, S. Teaching and learning to program: Umbrella review of introductory programming in higher education. *Mathematics*, v. 9, p. 1737, 07 2021.

SOUSA, R. R. d.; LEITE, F. T. Usando gamificação no ensino de programação introdutória / using gamification in teaching introductory programming. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 33338–33356, Jun. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/10995>.

ZHAN, Z. et al. The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 3, p. 100096, 2022. ISSN 2666-920X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000510>.