



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

ALISSON CASTRO FEITOZA

**INICIATIVAS PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE DADOS EM
UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

PAU DOS FERROS

2023

ALISSON CASTRO FEITOZA

**INICIATIVAS PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE DADOS EM
UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Tecnologia da Informação.

Orientador: Profa. Dra. Any Caroliny Duarte Batista.

PAU DOS FERROS

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F311i Feitoza, Alisson Castro.
INICIATIVAS PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE
DADOS EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA / Alisson Castro
Feitoza. - 2023.
62 f. : il.

Orientadora: Any Carolyn Duarte Batista.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Tecnologia da
Informação, 2023.

1. Estrutura de dados. 2. Ensino. 3. Revisão
sistemática da Literatura. 4. Universidades
Brasileiras. I. Batista, Any Carolyn Duarte ,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ALISSON CASTRO FEITOZA

**INICIATIVAS DIVERSIFICADAS PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE DADOS
EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Tecnologia da Informação.

Defendida em: **19 / 05 / 2023.**

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
ANY CAROLINY DUARTE BATISTA
Data: 19/05/2023 15:14:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Any Caroliny Duarte Batista - UFERSA
Presidente



Documento assinado digitalmente
REUDISMAM ROLIM DE SOUSA
Data: 19/05/2023 15:27:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leandro de Almeida Melo - UFERSA
Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
LEANDRO DE ALMEIDA MELO
Data: 19/05/2023 19:27:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reudismam Rolim de Souza – UFERSA
Membro Examinador

Aos meus pais, com todo meu amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por estar sempre comigo, me dando saúde e forças para atingir meus objetivos e conquistar minhas metas.

Agradeço ao meu pai Hélio e minha mãe Eva por estar sempre presente me apoiando, incentivando e por me ensinar que o caminho nem sempre é fácil, mas vale a pena lutar em todos os momentos para conquistar meus sonhos.

A minha namorada Emanuela, por toda paciência, por me acalmar, incentivar, me ajudar e mostrar o quanto sou capaz.

Agradeço especialmente à minha orientadora Any Caroliny Duarte Batista, por me guiar durante a fundamentação e construção deste trabalho, por toda dedicação, paciência e confiança.

A todas as pessoas, que mesmo não citando aqui, contribuíram de alguma forma na conclusão desta etapa e para pessoa que sou hoje.

RESUMO

Os conteúdos associados à disciplina de Estrutura de Dados são de grande importância dentro dos conteúdos programáticos nos mais diferentes tipos de cursos de ensino superior ligados à tecnologia da informação. Esse tipo de conteúdo é essencial para estudantes da área e é considerado um dos grandes desafios para os estudantes, devido a sua complexidade. Porém, parece não haver uma discussão no meio acadêmico sobre iniciativas diversificadas e metodologias diferenciadas para o ensino de programação, de um modo geral, e para a disciplina de Estrutura de Dados. Neste sentido, o presente trabalho propõe expor, através de uma Revisão Sistemática da Literatura, os trabalhos que abordam esse tema desde 2010 até a atualidade e elencá-los através de critérios propostos. O objetivo geral desta pesquisa é verificar "Qual o panorama atual sobre iniciativas para o ensino de conteúdos associados à disciplina de Estrutura de Dados no Brasil". Como metodologia, foram selecionadas bases de dados importantes trabalhos para publicações da área e uma *string* de busca foi aplicada nessas bases. De forma complementar a técnica de *Snowballing* também foi utilizada. Como resultados, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram analisados 31 trabalhos, dentre os quais se identificou indicativos de novos métodos aplicáveis de ensino, tais como, propostas de ensino que podem ser mais significativas para os alunos, trazendo mais criatividade e ludicidade no processo de aprendizagem. Além disso, nossos resultados fornecem um panorama sobre oportunidades de desenvolvimento de novas metodologias, jogos e estratégias para o ensino de conteúdos associados à programação e a estrutura de dados em si. Algumas lacunas foram encontradas, entre elas: explorar uma quantidade maior nos tipos de estruturas de dados das aplicações criadas, trazer meios mais interativos de metodologias para o ensino, testar o funcionamento das aplicações em grande quantidade de turmas. Também se percebeu que as abordagens são modeladas baseadas nas necessidades de cada instituição de ensino.

Palavras-chave: Estrutura de dados. Ensino. Revisão sistemática da Literatura. Universidades Brasileiras.

ABSTRACT

The contents associated with the Data Structures discipline are components of great importance within the programmatic contents of various types of higher education courses related to information technology. This type of content is essential for students in the field and is considered one of the major challenges due to its complexity. However, there seems to be a lack of discussion in the academic community regarding updates, diversified initiatives, and differentiated methodologies for teaching programming in general and the Data Structures discipline in particular. Therefore, this study aims to present, through a Systematic Literature Review, the works that address this topic from 2010 to the present and classify them according to proposed criteria. The overall objective of this research is to determine "What is the current panorama of initiatives for teaching content associated with the Data Structures discipline in Brazil?". As a methodology, important databases were selected for the collection of published works, and a search string was applied to these databases. Due to the complexity of constructing a string that encompasses all content associated with the discipline, the Snowballing technique was also employed. As a result, after applying the inclusion and exclusion criteria, 31 works were analyzed, which revealed indications of new applicable teaching methods, such as teaching proposals that can provide more meaning for students, more creativity and playfulness in the learning process. Furthermore, our results provide an overview of opportunities for the development of new methodologies, games, and strategies for teaching programming and Data Structures-related content in Brazilian higher education. Some gaps were identified, including the need to explore a wider range of data structure types in the created applications, introduce more interactive teaching methodologies, test the functionality of the applications in a large number of classes, and acknowledge that approaches are tailored to the specific needs of each educational institution.

Keywords: Data structures. Teaching. Systematic literature review. Brazilian universities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Etapas e atividades de RSL	25
Figura 2	–	Ilustração do Processo de <i>Snowballing</i>	28
Figura 3	–	Biblioteca “DSGraph”.....	43
Figura 4	–	Ferramenta “DebugandoED”.....	45
Figura 5	–	Jogo “DEG4Trees”.....	48
Figura 6	–	Ferramenta “CADILAG”.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Distribuição anual dos artigos.....	35
Gráfico 2	–	Distribuição sobre o tipo de instituição que desenvolveu a pesquisa.....	36
Gráfico 3	–	Distribuição de Instituições dos autores das pesquisas.....	37
Gráfico 4	–	Distribuição das abordagens metodológicas empregadas.....	38
Gráfico 5	–	Distribuição de Conteúdos Programáticos explorados nas pesquisas.....	39
Gráfico 6	–	Distribuição de Tipos de tecnologias desenvolvida pelas pesquisas.....	41
Gráfico 7	–	Distribuição de iniciativas que tiveram interferência no ensino-aprendizagem e iniciativas que não alcançaram.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Quantitativos de trabalhos selecionados por base publicadora.....	32
Quadro 2	–	Índice de qualidade de cada artigo aceito.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	<i>String</i> de Busca aplicada	27
----------	---	---------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Ciência da Computação
TI	Tecnologia da Informação
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
ED	Estrutura de Dados
IES	Instituição de Ensino Superior
QGP	Questão Geral de Pesquisa
QP	Questão de Pesquisa
CI	Critérios de Inclusão
CE	Critérios de Exclusão
CQ	Critérios de Qualidade
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PC	Pensamento Computacional
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESC	Universidade de Ensino Superior de Campina Grande
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UFG	Universidade Federal de Goiás
IBTA	Instituto Brasileiro de Tecnologia Avançada
UFV	Universidade Federal de Viçosa
IFF	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UNINORTE	Centro Universitário do Norte
UNOESTE	Universidade do Oeste Paulista
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
IFSERTÃOPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano
UENP	Universidade Estadual do Norte do Paraná
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
IFMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNICRUZ	Universidade de Cruz Alta
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
USP	Universidade de São Paulo
IES	Instituto de Ensino Superior da Grande Florianópolis
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
CTG	Conteúdos Teóricos Gerais
AOR	Algoritmos de Ordenação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Problematização	17
1.2	Justificativa	19
1.3	Organização do trabalho	20
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo geral	21
2.2	Objetivo específico	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	Estrutura de Dados	22
3.2	Iniciativas para o ensino de Estrutura de Dados em Universidades do Brasil	24
4	METODOLOGIA	25
4.1	Revisão sistemática da literatura	25
4.2	Planejamento	26
4.2.1	Questões de Pesquisa	26
4.2.2	Seleção de fontes e <i>strings</i> de busca	27
4.2.3	Critérios de inclusão e exclusão	29
4.2.4	Critérios de qualidade	29
4.2.5	Formulário de extração de dados	30
4.3	Condução	30
5	RESULTADOS	32
5.1	Principais resultados	34
5.2	Trabalhos selecionados	42
5.2.1	Software Multimídia de Auxílio ao Ensino	42
5.2.2	Jogos Digitais	47
5.2.3	Metodologias de Ensino não tradicionais	49
5.2.4	Atividades lúdicas	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

As transformações causadas pelo uso das tecnologias digitais têm alterado o cotidiano das pessoas e a forma como vivem, pensam e agem. Por outro lado, os cientistas da computação estão resolvendo desafios e trabalhando em estreita colaboração com várias áreas do conhecimento para proporcionar cada vez mais proximidade entre o mundo físico e virtual, com sistemas cada vez mais inteligentes.

Contudo, de acordo com o relatório *Education at Glance* da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), apenas 17% dos graduados brasileiros são dos cursos da área de STEM - Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, na sigla em inglês. Enquanto isso, a média dos países ricos é de 24% (OCDE, 2018). Isto significa que o Brasil forma pouca mão de obra qualificada para trabalhar efetivamente com tecnologias, como a computação.

Neste contexto, um fator a ser considerado são os conhecidos elevados índices de evasão na área de Ciência da Computação (CC) e Tecnologias de Informação (TI), de modo geral. De acordo com um estudo divulgado em 2019 pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), a evasão nos cursos de graduação em Computação no país estava em torno de 32% naquele ano. É importante ressaltar que essa taxa pode variar de acordo com diversos fatores, como a instituição de ensino, o curso e as condições socioeconômicas dos estudantes.

A CC é uma área consolidada e independente que investiga processos de informação, desenvolvendo linguagens e técnicas para descrever processos existentes, métodos de resolução e análise de problemas, gerando novos processos (RIBEIRO, 2019). Dentro do arcabouço de conhecimentos ligados à CC, está a disciplina de Estrutura de Dados (ED). O fraco desempenho dos estudantes nesta disciplina pode comprometer todo o restante do curso, sendo também uma possível causa de evasão universitária na área (BARBOSA, 2013; SILVA, 2011).

Neste sentido, seria interessante que iniciativas para o ensino de programação inovadoras sejam testadas e propostas por pesquisadores da área. Tais iniciativas poderiam auxiliar os professores que tentam diversificar suas metodologias de ensino, com o intuito de impactar positivamente no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Dessa forma, o cenário anteriormente mencionado expõe alguns questionamentos que podem ser feitos frente à ciência brasileira, tais como: existem iniciativas inovadoras de ensino para os conteúdos de ED em universidades brasileiras? Existem características em comum nas iniciativas de ensino da ED em universidades brasileiras? Em quais lugares essas iniciativas vêm sendo desenvolvidas e quais são elas? Existem indícios sobre quais as metodologias mais

efetivas a serem seguidas para o ensino da ED nas universidades brasileiras? Quais são as ferramentas ou tecnologias brasileiras que auxiliam os professores no processo de ensino da disciplina de ED?

Diante do exposto, uma revisão sistemática da literatura pode ajudar a elucidar algumas das inquietações acima mencionadas. Para conduzir a revisão sistemática descrita neste trabalho, foram consideradas as diretrizes de uma RSL propostas por Kitchenham (2004). Segundo a autora, uma revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis e relevantes para uma questão de pesquisa específica, área de tópico ou fenômeno de interesse. Estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são chamados de estudos primários; uma revisão sistemática é uma forma de estudo secundário (Kitchenham, 2004).

Em resumo, uma revisão sistemática da literatura (RSL) é um método importante para encontrar trabalhos relevantes com base na área de interesse dos pesquisadores. Uma vez que a RSL pode retornar uma visão geral da área de pesquisa, a quantidade de pesquisas, os tipos e resultados disponíveis para o tema de interesse. Assim, uma revisão poderá trazer luz sobre a existência e sobre quais são as iniciativas dos pesquisadores quando voltadas ao apoio no ensino de ED nas diversas universidades do Brasil.

1.1 Problematização

Considerando que a ED corresponde a uma disciplina clássica e de suma importância para CC e áreas afins (BARBOSA, 2013). Em relação a essas disciplinas, as Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática do MEC-CEEInf (1999) apontam que o desenvolvimento de algoritmos, juntamente com o estudo de estruturas de dados, deve receber especial atenção na abordagem do tema programação ou codificação de software.

Neste contexto, o trabalho de Silva (2011) elenca as principais habilidades que os alunos da disciplina de ED devem ter, são elas: interpretação de texto; raciocínio lógico; bom uso da matemática e uso de estruturas algorítmicas. A ED está intimamente ligada ao ensino de programação de computadores, à codificação e aos algoritmos, os quais são de entendimento essencial para a produção dos mais diferentes tipos de produtos de software.

É importante ressaltar ainda que, com o avançar do entendimento sobre a necessidade de se ensinar conteúdos computacionais cada vez mais cedo, há uma tendência iminente de que esses conceitos sejam apresentados aos estudantes do ensino fundamental e médio. Isso ocorre porque há uma necessidade urgente de formar cidadãos cada vez mais capacitados para o

mercado de trabalho da sociedade contemporânea, permeada pelos recursos digitais nos mais diversos setores da sociedade, usados na execução dos mais variados tipos de tarefas, com impacto nas mais diferentes profissões.

Uma evidência a este respeito está na recente aprovação do Conselho Nacional de Educação das Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC¹), um projeto de lei associado que está em tramitação no Poder Executivo Nacional. Essa normatização colocará definitivamente o ensino da CC, seus fundamentos e tecnologias, como parte obrigatória do sistema educacional nos níveis fundamental e médio do Brasil, além de desmistificar o uso dos computadores apenas como meio para acesso à informação e para o estudo de outras disciplinas.

As diretrizes complementares à BNCC indicam que as escolas brasileiras devem incluir conteúdos relativos ao pensamento computacional (PC) gradativamente por todo o ensino fundamental e médio. Segundo Wing (2006), uma das formas de integrar os estudantes ao mundo da computação é a aplicação de técnicas para resolução de problemas que combinam o pensamento crítico com os fundamentos da computação. As diretrizes supracitadas indicam, por exemplo, que conteúdos iniciais como matrizes e registros devem ser trabalhados com estudantes ainda no quarto ano do ensino fundamental. De modo geral, a premissa é que os conteúdos computacionais devem ser apresentados gradativa e sequencialmente a partir do primeiro ano do ensino fundamental. A expectativa é de que a norma complementar comece a ser implementada em um futuro próximo nas escolas, e sua aprovação demonstra o entendimento do poder público sobre a urgente formação mais completa, mais tecnológica e mais atualizada dos estudantes brasileiros.

Já no âmbito do ensino superior, segundo a SBC (2003), a disciplina de "Estrutura de Dados" é colocada nas grades curriculares de cursos relacionados à CC como obrigatória.

Sendo assim, esta disciplina tem uma grande quantidade de conteúdos apresentados, os quais devem ser abordados de forma sequencial, de modo teórico e prático - através de ferramentas de execução de código, geralmente, nos primeiros semestres das graduações.

A disciplina de ED exige uma elevada capacidade de abstração por parte dos estudantes. No trabalho de Silva (2011), são elencadas as principais habilidades que alunos da disciplina de ED devem ter, são elas: interpretação de texto, raciocínio lógico, bom uso da matemática e uso de estruturas algorítmicas. Por outro lado, alguns fatores influenciam para o fracasso na

¹ <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>

disciplina de ED, dentre eles estão a forte carga de conceitos abstratos (Júnior e Freitas, 2010), falhas no aprendizado (Ynoguti, 2005) e falta de motivação (Vahldick e Mattos, 2008).

O fato é que, sob a ótica do ensino superior, adquirir o conhecimento e trazer essa prática dos algoritmos à realidade é alvo de diversas dificuldades por parte dos alunos dos cursos da área de computação (SOUZA, 2011). Isto posto, a pouca possibilidade de ligação entre o mundo físico e os conceitos intrínsecos à ED também pode ser um fator dificultador do processo de ensino-aprendizagem, principalmente no início da graduação (SOUZA, 2011).

1.2 Justificativa

As pesquisas sobre as iniciativas de ensino relativas ao ensino de ED em instituições de ensino superior são importantes. Desse modo, com os resultados do presente trabalho, será possível solidificar os conhecimentos atuais sobre as iniciativas feitas para o ensino da ED em universidades brasileiras e como efeito colateral, iniciativas inovadoras podem ser inspiradas, contribuindo para a formação de profissionais capacitados e preparados para o mercado de trabalho.

Assim, a RSL sobre o ensino de Estrutura de Dados em universidades brasileiras é importante por trazer uma visão ampla e consolidada dos caminhos que estão sendo escolhidos pelos pesquisadores. Além disso, com os resultados deste trabalho é possível avaliar e comparar as iniciativas identificadas no conjunto final de trabalhos. Nossos resultados também permitem identificar lacunas que podem orientar professores e pesquisadores que se interessem em criar mecanismos inovadores, mais divertidos e diversificados para serem aplicados no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos lógicos e abstratos relativos à programação de computadores, de modo geral.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho é organizado da seguinte forma: O Capítulo 1 apresenta a introdução, com a problematização, justificativa do trabalho e organização do trabalho. Em seguida, no Capítulo 2, são apresentados os objetivos, específicos e gerais. Já no Capítulo 3, está o referencial teórico que discute os conceitos específicos relacionados ao trabalho em questão. Adiante, no Capítulo 4, é exposta a metodologia utilizada e sua condução. No Capítulo 5, são expostos e discutidos

os principais resultados encontrados. Por fim, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais do trabalho, trabalhos futuros e conclusão.

2 OBJETIVOS

Este estudo com utilização da revisão sistemática visa trazer conhecimento sobre como as iniciativas para o ensino de ED estão sendo feitas, em relação aos autores, lugares e anos de publicação, aos métodos, tipos de iniciativas, de tecnologias aplicadas e práticas utilizadas.

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é *"Identificar qual o panorama atual sobre iniciativas inovadoras para o ensino de conteúdos associados à disciplina de estrutura de dados no Brasil"*.

2.2 Objetivos Específicos

Visando colaborar com o objetivo geral de pesquisa, os seguintes objetivos específicos de pesquisa foram elaborados:

- Realizar um levantamento bibliográfico acerca das pesquisas de Estrutura de Dados nas universidades brasileiras.
- Descrever quais os tipos de iniciativas existem para o ensino de estrutura de dados e de quais universidades brasileiras elas partem.
- Identificar as tendências temporais de publicações em torno do tema.
- Identificar as lacunas de pesquisa no conjunto final de trabalho analisados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados alguns dos conceitos importantes para o entendimento do trabalho.

3.1 Estrutura de Dados

A disciplina de ED é essencial para o desenvolvimento de algoritmos eficientes e otimizados, que são a base para a produção de diversos tipos de produtos de software, desde aplicativos simples até sistemas complexos e sofisticados. Além disso, o estudo de estrutura de dados permite que os programadores escolham a estrutura de dados mais adequada para cada situação, o que pode impactar significativamente o desempenho e a qualidade do software desenvolvido (ASCENCIO, 2010). Portanto, é fundamental que os estudantes de computação e áreas afins tenham uma boa base em estrutura de dados para se tornarem profissionais capacitados e competitivos no mercado de trabalho da área de tecnologia da informação.

A teoria da ED veio com o advento da tecnologia da informação, de acordo com a UNISA (2022), ela teve um grande avanço a partir das décadas de 70 e 80, quando houve um grande avanço nas inovações tecnológicas e a TI começou a se desenvolver conforme as necessidades da época. Nos primeiros exemplos de estrutura de dados, a mesma era elementar, com listagens e quadros, mas com o avanço dos softwares e da complexidade dos sistemas computacionais houve a necessidade de implementar estruturas mais avançadas, como árvores, grafos, tabelas de *hash* e entre outras.

A ED é uma área de estudo que também se concentra na análise, design e implementação de mecanismos para a organização de dados, a fim de atender às necessidades de processamento de informações. As estruturas de dados têm como objetivo definir a organização, métodos de acesso e opções de processamento para as informações manipuladas pelos programas. Isto porque a organização de dados é um aspecto crítico do design de programas e sistemas de computação, já que a eficiência na manipulação de informações depende em grande parte da escolha adequada dessas estruturas. Uma ED mal projetada pode levar a problemas de desempenho, perda de dados ou ineficiência nos algoritmos de processamento.

As estruturas de dados são classificadas de acordo com as operações que podem ser realizadas sobre elas, como inserção, exclusão, pesquisa ou ordenação. As estruturas de dados mais comuns incluem *arrays*, pilhas, filas, listas, árvores e grafos (ASCENCIO, 2010). Além disso, elas também podem ser implementadas de diferentes maneiras, como estruturas de dados estáticas ou dinâmicas. As ED estáticas têm tamanho fixo e não podem ser alteradas durante a

execução do programa, enquanto as estruturas de dados dinâmicas podem crescer ou diminuir conforme necessário (ASCENCIO, 2010).

Logo, a escolha adequada das ED é essencial para a eficiência do programa e para a manipulação adequada das informações. Portanto, os desenvolvedores devem considerar cuidadosamente as opções de estrutura de dados disponíveis para atender aos requisitos específicos de processamento de informações de seus programas.

Do ponto de vista do ensino, cada instituição de ensino superior pode organizar o conteúdo de ED e utilizar diferentes técnicas metodológicas para seu ensino, o Anexo A apresenta, por exemplo, a ementa da disciplina de "Estruturas de dados I", o Anexo 2 apresenta a ementa da disciplina "Estrutura de dados II" do curso de Bacharelado em Tecnologia da Informação, Engenharia de Software e Engenharia da Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Já o Anexo C apresenta o Ementa da disciplina de ED do curso de Tecnologias da Informação e Comunicação na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Ao analisar os conteúdos programáticos de diferentes universidades, percebe-se que existem diferenças entre a quantidade de assuntos. Mas, geralmente, o assunto inicial é o de ponteiros, que introduzem a ideia de armazenar o endereço de memória de variáveis e faz com que essas variáveis possam ser acessadas facilmente em diversas partes do programa. Em seguida, a alocação dinâmica surge para melhorar o desempenho e eficiência do código, alocando dinamicamente apenas o necessário na execução da aplicação. Os tipos estruturados criam uma visão dos diferentes tipos de dados a serem manipulados em um único resultado. Já os algoritmos de ordenação e busca são diversos, atuando na organização lógica dos dados. As pilhas, filas listas e árvores trazem formas para manipular, ou seja; adicionar, armazenar e excluir dados das estruturas, sendo utilizados em situações diferentes.

De acordo com Celes, Szwarcfiter e Rangel (2004), as tabelas de dispersão mapeiam chaves e valores utilizando funções *hash* armazenando e recuperando dados facilmente. A lista de prioridades é utilizada para aplicar regras de acesso e os grafos representam dados em seus meios de nós e arestas. Os conceitos e tipos de manipulações mencionados acima são fundamentais para entender como as estruturas de dados podem ser empregadas. Contudo, o fato é que independente da sequência de conteúdos ou da metodologia aplicada ao ensino de algoritmos e ED, ela traz um despertar para o raciocínio matemático-lógico através das resoluções de problemas. O conceito de programação, segundo Wirth (1989), "é a arte ou técnica de construir e formular algoritmos de uma maneira sistemática". Por isso, a relevância

de ED, o que, por sua vez, gera uma responsabilidade aos professores e suas metodologias de ensino.

Atualmente, as estruturas de dados são diversamente utilizadas nos tipos de aplicações mais modernas, dentre elas, tem-se: sistemas de informação; mineração de dados; aprendizado de máquina; sistemas de recomendação; entre outros. Toda essa preferência pelas estruturas de dados se dá pela manipulação de grandes pacotes de informação, trazendo mais facilidade para desenvolver grandes tecnologias de destaque atuais, como *Big Data* e Inteligência Artificial, as quais demandam de serviços avançados na parte de manipulação de dados. Assim, diversos estudos como este podem ser realizados para que sejam observadas as lacunas e as novas possibilidades para o ensino de conteúdos complexos.

3.2 Iniciativas para o ensino de Estrutura de Dados em Universidades do Brasil

Aparentemente, no Brasil, o ensino de ED em universidades poderia inspirar mais discussões e estudos, seja pelo desejo de melhorar o ensino da disciplina, seja para adequar o ensino ao mercado e construir um ensino efetivo para gerar profissionais mais qualificados.

Segundo Soares *et al.* (2004), a utilização de atividades práticas de desenvolvimento de simuladores e ferramentas visuais didáticas de representação de conceitos abstratos melhora o resultado no aprendizado. Assim, os resultados deste trabalho podem também contribuir para que novas iniciativas lúdicas, criativas e motivadoras, tais como jogos e simuladores possam ser pensadas e implementadas por pesquisadores.

Em resumo, apesar da dificuldade no ensino de ED, esta revisão sistemática pode trazer luz sobre a utilização de meios interativos que apresentam potencial para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

4 METODOLOGIA

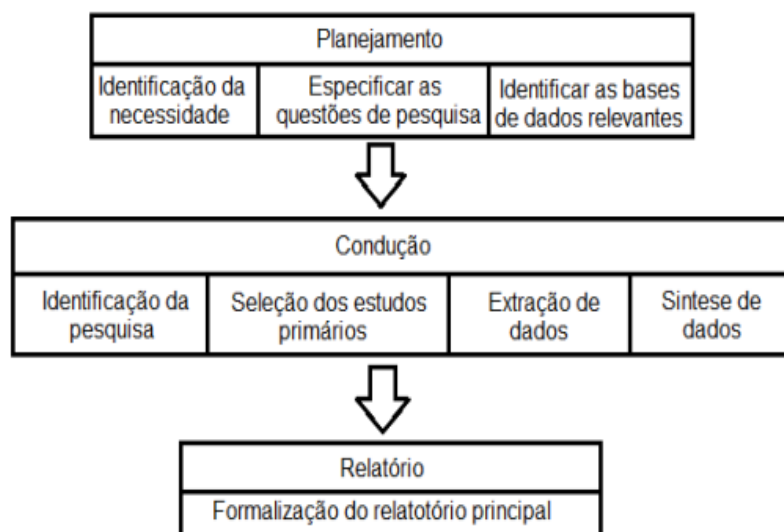
Neste capítulo é descrito a metodologia utilizada neste trabalho. O método escolhido para conduzir o trabalho foi uma RSL. (Kitchenham,2004). Para atingir os objetivos propostos, a RSL se apoiou em três fases principais: planejar, conduzir e relatar a revisão, conforme disposto em Champiri et al. (2015).

4.1 Revisão sistemática da literatura

Uma revisão sistemática da literatura é considerada "uma metodologia confiável, rigorosa e bem definida". Ela visa determinar questões, para então realizar a seleção, avaliação e interpretação de estudos relevantes, almejando verificar suas contribuições e encontrar lacunas (CHAMPIRI et al., 2015).

Para a condução de uma RSL é comumente usada a abordagem proposta por Kitchenham e Charters (2007). Nesta metodologia, a condução da revisão sistemática se divide em três fases principais: planejamento da revisão, condução da revisão e relatar a revisão. A Figura 1 mostra as atividades relacionadas a cada uma dessas etapas, conforme demonstrado por Champiri et al. (2015).

Figura 1: Etapas e atividades de RSL.



Fonte: Champiri et al. (2015)

A etapa inicial de uma revisão sistemática tem como objetivo a realização do planejamento, que inclui a identificação dos objetivos e necessidades da pesquisa, a elaboração

de um protocolo que garanta a reprodutibilidade do trabalho, a especificação das questões de pesquisa, a definição dos critérios de inclusão e exclusão, bem como dos critérios de qualidade. Na fase de condução, é realizada a identificação e seleção dos estudos primários, a avaliação dos estudos com base nos critérios estabelecidos, a extração dos dados e a síntese dos resultados. A última etapa, denominada relatar, consiste na elaboração do relatório, formatação e avaliação da revisão sistemática realizada.

4.2 Planejamento

4.2.1 Questões de pesquisa

Como parte do planejamento, fez-se necessário definir as questões de pesquisa que a revisão tem a pretensão de responder. Assim a seguinte questão geral de pesquisa (QGP) foi considerada: "*Qual o panorama atual sobre iniciativas para o ensino de conteúdos associados à disciplina de estrutura de dados no Brasil*" e considerando os objetivos específicos traçados para esta pesquisa, surgiram as seguintes questões de pesquisa (QP):

QP-1 Qual o panorama de publicações ao longo do tempo?

A questão QP-1 objetivou identificar o total de trabalhos desenvolvidos anualmente, verificando a busca de soluções entre as diversas iniciativas ao longo das últimas décadas nas universidades brasileiras.

QP-2 Em que tipo de instituição partiu a proposta foi desenvolvida?

A questão QP-2 objetiva verificar a proporção das instituições privadas e públicas e a quais instituições os autores que desenvolveram iniciativas são vinculados.

QP-3 Quais são as abordagens metodológicas encontradas nas avaliações das propostas encontradas?

A questão QP-3 tem busca identificar quais os métodos de pesquisa foram utilizados para verificar abordagem metodológica utilizadas nas pesquisas para verificar a efetividade da respectiva proposta.

QP-4 Quais os tipos de conteúdo inerentes a disciplina de estrutura de dados foram abordados?

A questão QP-4 busca verificar quais os tipos de assuntos foram trabalhados nas diversas soluções propostas, indicando se há alguma tendência nestas soluções ou não.

QP-5 Quais os tipos de tecnologias foram identificadas nas propostas encontradas para o ensino de conteúdos de estrutura de dados?

A questão de pesquisa QP-5 buscou verificar quais os tipos de iniciativas tecnológicas foram criados nas publicações analisadas, por exemplo: jogos, vídeos, animações, atividades lúdicas e etc.

QP-6 - Houve uma verificação sobre a interferência positiva da proposta no ensino-aprendizagem?

Considerando que qualquer solução proposta, sendo ela digital ou não, visa interferir de alguma forma no processo de ensino-aprendizagem e, idealmente, interferir positivamente neste processo, esta questão buscou indicar se houve alguma verificação neste sentido.

4.2.2 Seleção de fontes e *strings* de busca

Depois de definir as questões de pesquisa, através de análise, foram estabelecidos os termos para determinar os trabalhos a estarem aptos nesta revisão. Inicialmente, foi feita uma busca no Google Scholar sobre trabalhos que atendessem os requisitos de inclusão e exclusão e abordassem sobre o tema. A tabela abaixo sintetiza os termos usados.

Tabela 1: String de Busca Aplicada.

Características	Valor
População	Brazilian Universities
Intervenção	Teaching Data Structure
Saída	Students' performance on tests and projects related to data structure, students' level of understanding of data structure concepts, and students' success rate in applying data structure concepts in practical situations and in the job market.

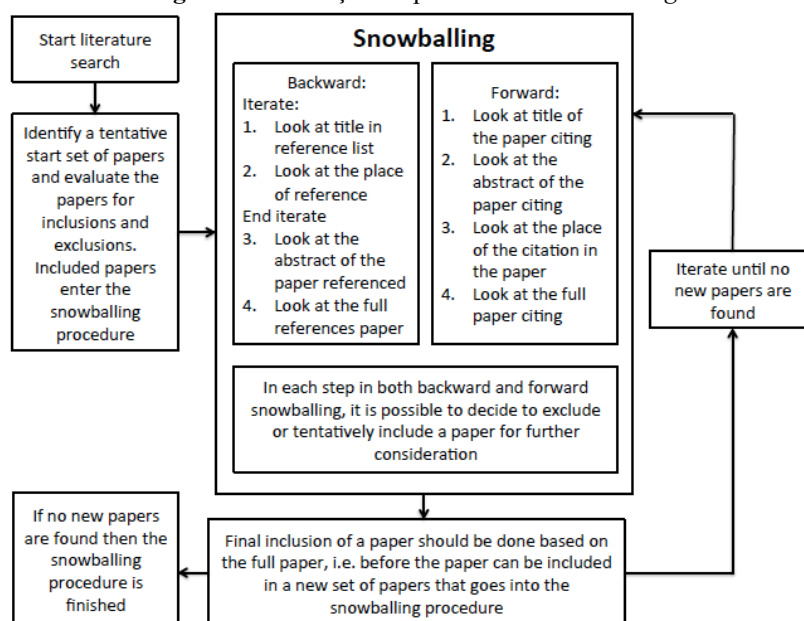
Fonte: Autoria Própria (2023).

Além disso, uma *string* de busca foi desenvolvida e utilizada nos motores de busca das bases de dados selecionadas. A *string* de pesquisa final para trabalhos em inglês foi a seguinte:

String de pesquisa final: (“Brazilian Universities”) AND (“teaching data structure”). Ela foi modificada conforme as regras de pesquisa oferecidas pelas bases de dados.

Complementarmente, o processo de *snowballing* foi realizado por meio de iterações, tanto para trás quanto para frente. A Figura 2 exemplifica o processo de *snowballing* utilizado na busca por publicações.

Figura 2 - Ilustração do processo de *Snowballing*



Fonte: Wohlin (2014)

Neste processo, na etapa de iterações para trás, foram examinadas as referências dos artigos selecionados do portfólio, aplicando critérios de inclusão e exclusão para análise. Essa seleção considerou elementos como o título, leitura das citações nos artigos referenciados, resumo e conteúdo dos artigos. Já nas iterações para frente, o processo foi o mesmo, porém o foco foi direcionado para os trabalhos que citaram os artigos de referência presentes no portfólio.

4.2.3 Critérios de inclusão e de exclusão

A escolha dos estudos é feita com base nos critérios de inclusão e exclusão, pois eles definem se os trabalhos estão dentro do escopo de tema de estudo. O Critério de Inclusão (CI) utilizado nesta RSL, foi:

CI- Tratar-se de uma pesquisa advinda de uma instituição de ensino brasileira que relata o desenvolvimento de uma alternativa com metodologias ativas ou diversificada, para auxiliar o ensino de conteúdos inerentes à disciplina de estrutura de dados.

Os Critérios de Exclusão (CE) foram:

CE 1-Ter sido publicado antes do ano de 2010;

CE 2 - Resumos, resumos estendidos, apresentação de PowerPoint, palestras, livros;

CE 3 - Estudos duplicados: caso dois ou mais trabalhos apresentem a mesma pesquisa, mesmos dados e publicados em anos ou fontes diferentes, apenas o mais completo será incluído, ou repetidos;

CE 4- Artigos voltados para o relato de experiências no ensino tradicional de estrutura de dados feitos em sala de aula, com estudantes.

4.2.4 Critérios de Qualidade

Além dos critérios gerais de exclusão e de inclusão, é geralmente considerado importante avaliar a qualidade dos estudos primários, pois é uma forma de ponderar a relevância dos estudos individualmente (KITCHENHAM, 2004). Com isso, os seguintes critérios de qualidade (CQ) foram considerados:

CQ-1 O objetivo da pesquisa está descrito?

CQ-2 Há uma descrição clara dos resultados?

CQ-3 Os autores descrevem as limitações do estudo?

CQ-4 O estudo realizou alguma avaliação sobre a sua proposta?

A análise foi feita pelo autor deste trabalho e foi definido algumas pontuações para a avaliação da qualidade do conjunto final de publicações selecionadas, em que SIM corresponde a 1 ponto, PARCIALMENTE corresponde a 0,5 e NÃO corresponde a 0.

4.2.5 Formulário de extração de dados

Nesta fase são definidos quais dados serão extraídos dos artigos selecionados, buscando trazer todas as informações relevantes e importantes para uma abordagem concreta do tema. Os dados que foram extraídos foram:

- Nome do Artigo;
- Autores;
- Ano de publicação;
- Tema tratado;
- Tipos de tecnologias usadas na pesquisa;
- Local de publicação;
- Objetivo de estudo;
- Resultados do estudo analisado;
- Métodos de avaliação da proposta, se houver.

4.3 Condução

Nesta seção, apresenta-se a sequência de execução do protocolo elaborado na fase anterior da revisão sistemática. Foram aplicadas as *strings* de busca, cobrindo também trabalhos em inglês, uma vez que o trabalho poderia ter sido publicado na referida língua, mesmo tratando-se de uma iniciativa brasileira. Logo em seguida, foi realizado o processo de *snowballing* com todo o processo de busca manual.

A produção da revisão sistemática da literatura contou com o auxílio do *Google Forms* para a organização e o registro dos dados coletados. A base de dados *Google Scholar* também foi usada como fonte de busca de trabalhos acadêmicos.

Após a obtenção potencial dos estudos primários, iniciou-se a fase de filtragem dos artigos e posterior verificação de sua respectiva qualidade. Essa etapa começou com a remoção dos trabalhos duplicados, seguida pela aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, que foram realizados por meio da leitura dos títulos e, quando necessário, dos resumos. Posteriormente, foram aplicados os critérios de qualidade e, por fim, realizou-se a extração dos dados previamente definidos na fase de planejamento.

5 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos após a execução do protocolo, bem como os principais achados desta revisão. Inicialmente, foram identificados 47 trabalhos. Porém, posteriormente, 31 foram selecionados com a subsequente aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Logo, a filtragem dos trabalhos seguiu os critérios estabelecidos, analisando-se todo o seu conteúdo. Além disso, foi realizada uma busca por trabalhos tanto em português quanto em inglês por meio de *string* de busca, tendo sido encontrados 5 trabalhos, sendo que apenas 1 permaneceu após aplicação de todos os critérios. No Quadro 1, é possível verificar o número de trabalhos selecionados em cada base de pesquisa, antes e após a aplicação dos filtros.

Quadro 1: Número de trabalhos selecionados por base publicadora

Base de Dados	Artigos Pré-Selecionados	Artigos Aceitos
SBC	10	7
SBIE	7	7
IEEE	2	1
SULCOMP	1	1
INOVAE	1	1
REVISTA MUNDI	1	1
CBIE	6	5
RBIE	1	1
PANTHEON UFRJ	4	0
CEULP	2	2
BDTD	1	1
REVISTA UNICRUZ	1	1
TISE	1	0
REVISTA UNOESTE	1	1
CEIE	1	0
RENOLE	1	1
RSD JOURNAL	1	1
Revista CESUMAR	1	0
COBENGE	1	0

REVISTA UNIVAP	1	0
ACM DIGITAL	2	0
TOTAL	47	31

Fonte: Autoria Própria (2023).

Após a aplicação do processo de filtragem, os trabalhos receberam uma avaliação sobre os critérios de qualidade. O Quadro 2 expõe os trabalhos selecionados, destacando seu título e seu respectivo *índice* de qualidade.

Quadro 2: Índice de qualidade de cada artigo aceito

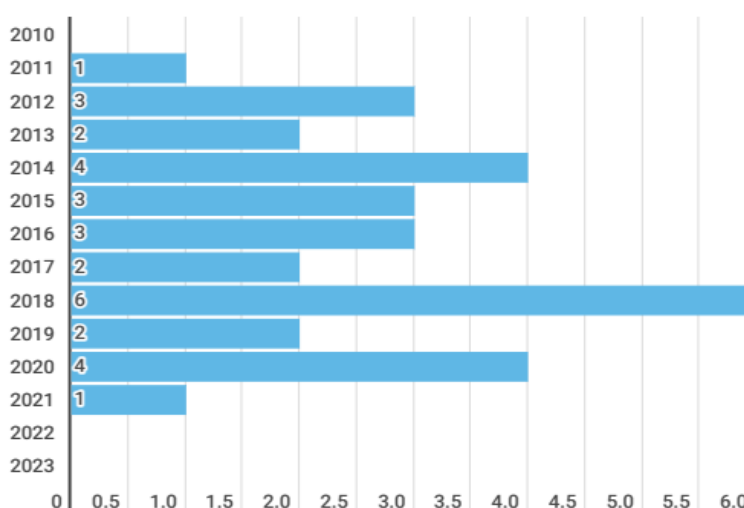
Título	Índice
Visual TaHs: software para auxiliar o ensino de tabelas Hash na disciplina de Estrutura de Dados	3
OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA ENSINO DE ESTRUTURAS DE DADOS FAZENDO USO DE REALIDADE AUMENTADA: SEDRA	4
TesterDS: uma maneira fácil e estimulante para aprender Estruturas de Dados	3
SORTIA 2.0: Um jogo de ordenação para o ensino de Estrutura de Dados	4
TuPy Online - Programação em Português com Visualização de Execução e Abstrações de Estruturas de Dados na Web	3
PORTEC: uma ferramenta para auxiliar na abstração dos conceitos de Estrutura de Dados	4
O uso da computação desplugada em um contexto de gamificação para o ensino de estrutura de dados	2,5
O ensino de Estrutura de Dados auxiliado por uma Plataforma Didática na Web	3
A CONSTRUÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM COMO RECURSO PARA ESTRUTURA DE DADOS	3,5
Desenvolvimento de um aplicativo móvel educacional voltado ao ensino de Estrutura de dados	3,5
Programação competitiva como ferramenta de apoio ao ensino de algoritmos e estrutura de dados para alunos de Ciência da Computação	3
Metodologias Ativas de Aprendizagem: um relato de experiência nas disciplinas de programação e estrutura de dados	2,5

O Uso de Jogos para Apoiar o Ensino e Aprendizagem de Programação	4
Uma Ferramenta para Apoio ao Ensino de Estrutura de Dados utilizando Interação Natural	3,5
Proposta de um Jogo Educacional para o Ensino de Estrutura de Dados	3,5
Uma biblioteca gráfica para aprendizagem de algoritmos e estruturas de dados	4
KLOSS: FERRAMENTA GRÁFICA PARA O ENSINO DE ALGORITMOS DE ORDENAÇÃO	3,5
ODIN - Ambiente Web de Apoio ao Ensino de Estruturas de Dados Lista Encadeada	2,5
DEG4Trees: Um Jogo Educacional Digital de Apoio ao Ensino de Estruturas de Dados	3
Iron Ears: primeiras impressões de um jogo educativo para ensino de estrutura de dados lineares	3
Proposta de um Kit Multimídia para Conteúdos de Estrutura de Dados	4
GRAPHLIVE: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTERATIVO PARA CRIAÇÃO DE GRAFOS	3,5
AMBIENTE DE SIMULAÇÃO E ANIMAÇÃO PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO	3
SORTIA - Um Jogo para Ensino de Algoritmo de Ordenação: Estudo de caso na Disciplina de Estrutura de Dados	4
Uma visão do cenário Nacional do Ensino de Algoritmos e Programação: uma proposta baseada no Paradigma de Programação Visual	3,5
EscapeVR: Labirinto em Realidade Virtual para Auxiliar na Aprendizagem de Algoritmos de Busca	3,5
Ponteiros em Papel: O ensino e a aprendizagem de ponteiros em linguagem de programação C com base em envelopes coloridos	3
CRIAÇÃO DE UMA FERRAMENTA INFORMATIVA SOBRE TEORIA DOS GRAFOS	4
Um Interpretador Gráfico de Comandos baseado na JVM como ferramenta de ensino de Programação, Algoritmos e Estrutura de Dados	4
Uma Experiência na Aplicação de Práticas de Apoio no Ensino Aprendizado de Algoritmos	3
A methodological approach to use technological support on teaching and learning data structures	3

5.1 Principais Resultados

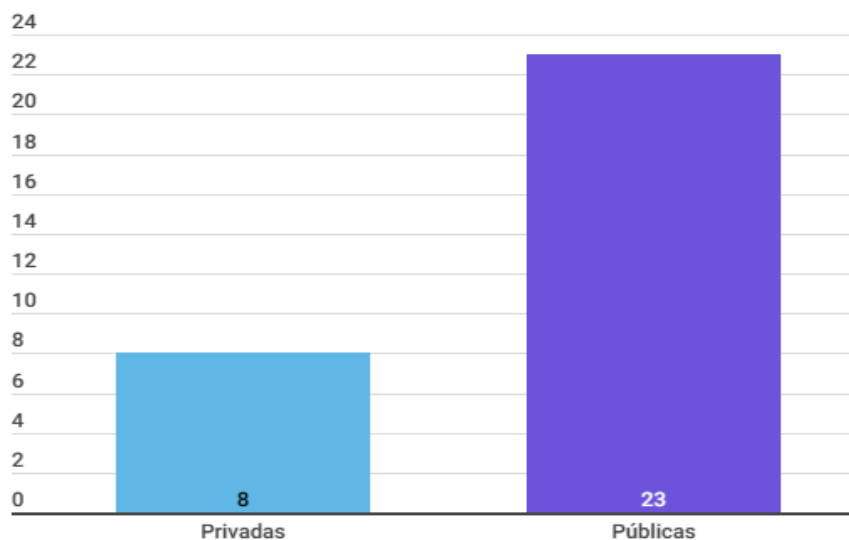
Aqui estão expostos os principais resultados obtidos nesta revisão. O Gráfico 1 está associado à QP1 e expressa a quantidade de artigos de 2010 até 2023. Os anos de 2011 e 2021 possuem 1 trabalho cada. Para os anos de 2013, 2017 e 2019 foram encontrados 2 trabalhos. Foram encontradas 3 publicações por anos em 2012, 2015 e 2016. Já em 2014 e 2020 foram encontradas 4 publicações respectivamente. Por fim, foram encontradas 6 publicações durante o ano de 2018. No gráfico abaixo, pode ser visto um início de trabalhos de pesquisa nesta perspectiva no ano de 2011, tendo seu ápice de busca em 2018, com um declínio a partir disto até a atualidade, isto ocorreu talvez pelo impacto direto da Covid-19 nesse período ou pela dificuldade na criação de iniciativas que tragam todos os conteúdos necessários.

Gráfico 1: Distribuição dos trabalhos ao longo do tempo



Fonte: Autoria Própria (2023).

O Gráfico 2 está associado à QP2 e indica em que tipo de instituição a iniciativa foi desenvolvida. É apresentada a proporção das instituições privadas e públicas que desenvolveram trabalhos sobre o tema. Dentre os resultados, 8 possuem pesquisas de instituições privadas e 23 que foram desenvolvidas por instituições públicas. Neste sentido, é possível perceber uma maior incidência de propostas advindas das instituições públicas de ensino superior.

Gráfico 2: Distribuição sobre o tipo de instituição que desenvolveu a pesquisa

Fonte: Autoria Própria (2023).

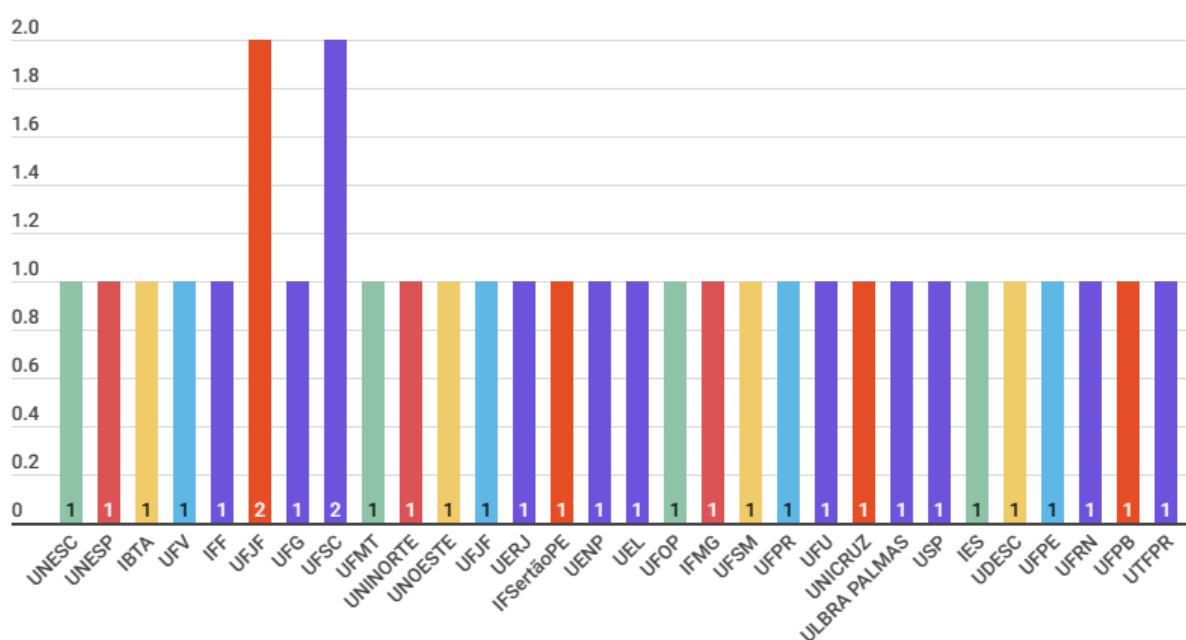
O Gráfico 3 também está associado à QP2 e visa trazer às instituições os autores das publicações, baseadas em seu currículo LATTES ou especificação em seu próprio trabalho desenvolvido. Diante disto, verificou-se 2 trabalhos selecionados associados a pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e 1 trabalho para cada uma das instituições a seguir:

- União de Ensino Superior de Campina Grande (UNESC),
- Universidade Estadual Paulista (UNESP),
- Universidade Federal de Goiás (UFG),
- Instituto Brasileiro de Tecnologia Avançada (IBTA),
- Universidade Federal de Viçosa (UFV),
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF),
- Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT),
- Centro Universitário do Norte (UNINORTE),
- Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE),
- Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF),
- Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ),
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão PE),
- Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP),
- Universidade Estadual de Londrina (UEL),

- Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP),
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG),
- Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
- Universidade Federal do Paraná (UFPR),
- Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
- Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ),
- Universidade Luterana do Brasil (ULBRA PALMAS),
- Universidade de São Paulo (USP),
- Instituto de Ensino Superior da Grande Florianópolis (IES),
- Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC),
- Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
- Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN),
- Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Com isso, é notável que não há um padrão de autores e que são diversas instituições que se interessaram e buscaram, de alguma forma, iniciativas para o ensino menos tradicional ou inovador de ED no Brasil.

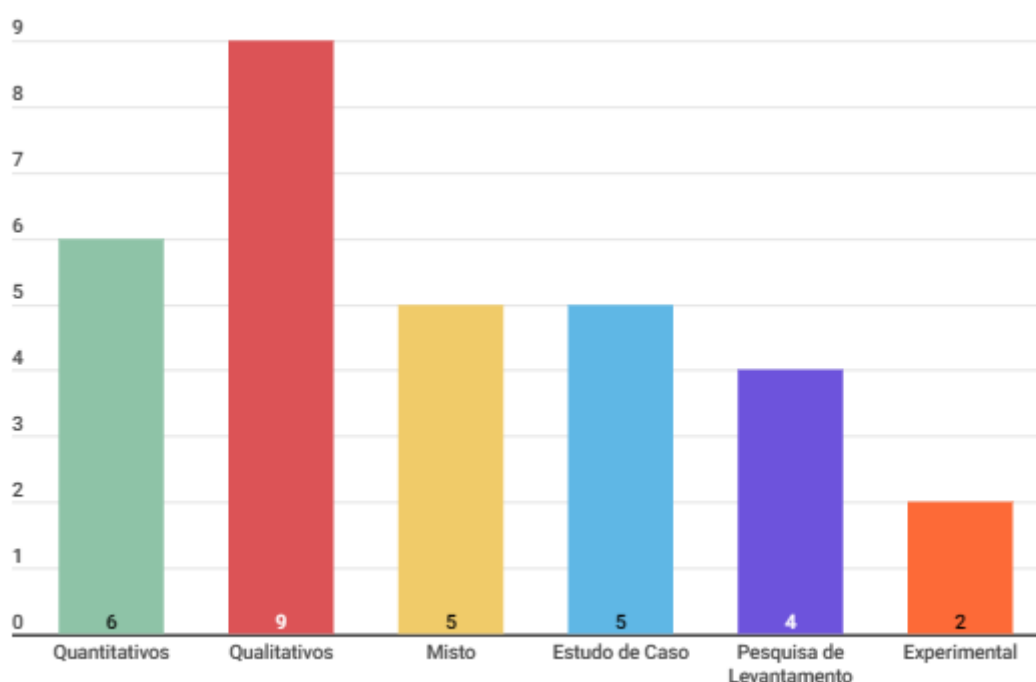
Gráfico 3: Distribuição de Instituições dos autores das pesquisas



Fonte: Autoria Própria (2023).

Já no gráfico 4 associado a QP3, é exposta a proporção de abordagem metodológica utilizadas nas pesquisas para verificar a efetividade da respectiva proposta para o ensino de ED no processo de ensino-aprendizagem. Observa-se que 6 trabalhos utilizaram a abordagem quantitativa, com coleta de pesquisas de opinião. Além disso, foram verificados 9 trabalhos que realizaram entrevistas em profundidade, análise de conteúdos e pesquisas de campo, Foram verificados também 5 trabalhos que realizaram os estudos de caso e 4 pesquisas de levantamento. 2 trabalhos indicaram ter utilizado experimento e 5 utilizaram métodos mistos.

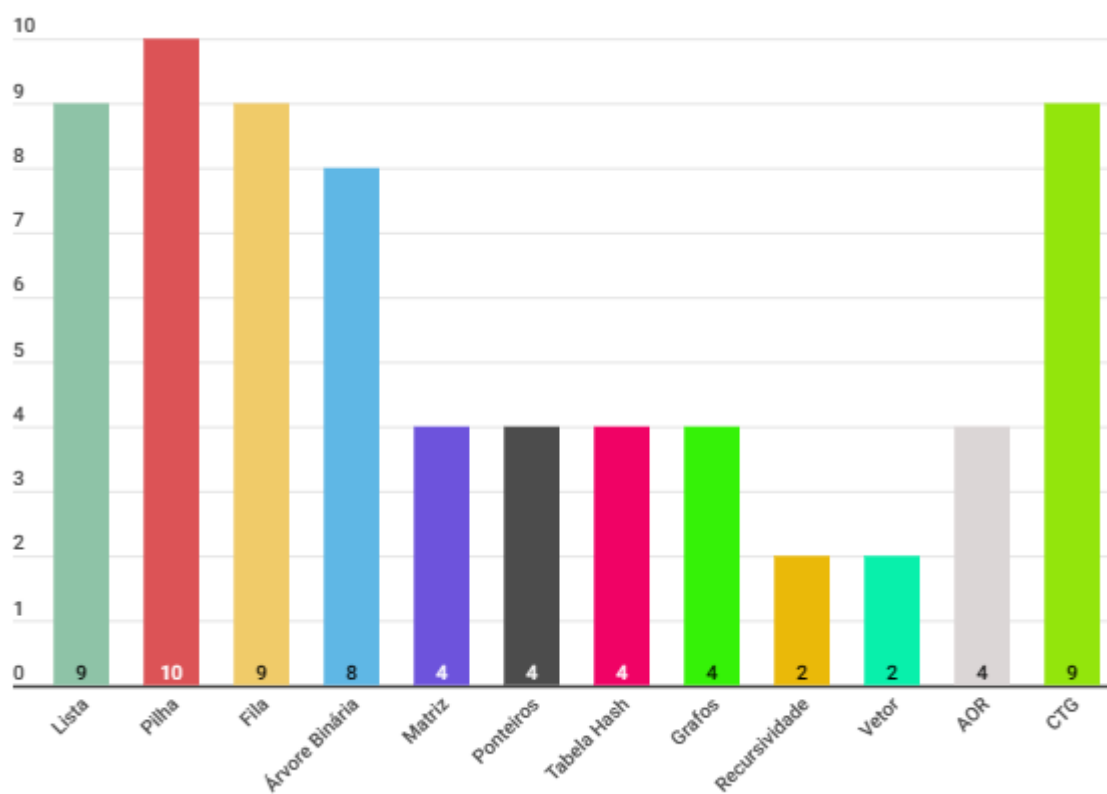
Gráfico 4: Distribuição das abordagens metodológicas empregadas



Fonte: Autoria Própria (2023).

A proporção de conteúdos ou assuntos inerentes à ED empregados nas pesquisas está ilustrada no Gráfico 5, que responde à QP4. Considerando que diversos artigos apresentavam mais de um conteúdo relativo à ED, os resultados foram contabilizados e redimensionados para atender às escolhas feitas para esta revisão.

Assim, os resultados encontrados foram: 10 trabalhos que abordaram Pilhas; 8 para Árvores Binárias e conteúdos teóricos gerais (CTG) de estrutura de dados; 9 que exploraram Listas e Filas, 8 para algoritmos de ordenação (AOR); 4 tratam de Grafos; 4 discutiram Matrizes, Tabelas *Hash* e Vetor de Ponteiros, por fim 2 que exploraram Recursividade. Verificou-se, então, que os conteúdos de Lista, Pilha, Fila e Árvore Binária foram os mais explorados dentre os conteúdos.

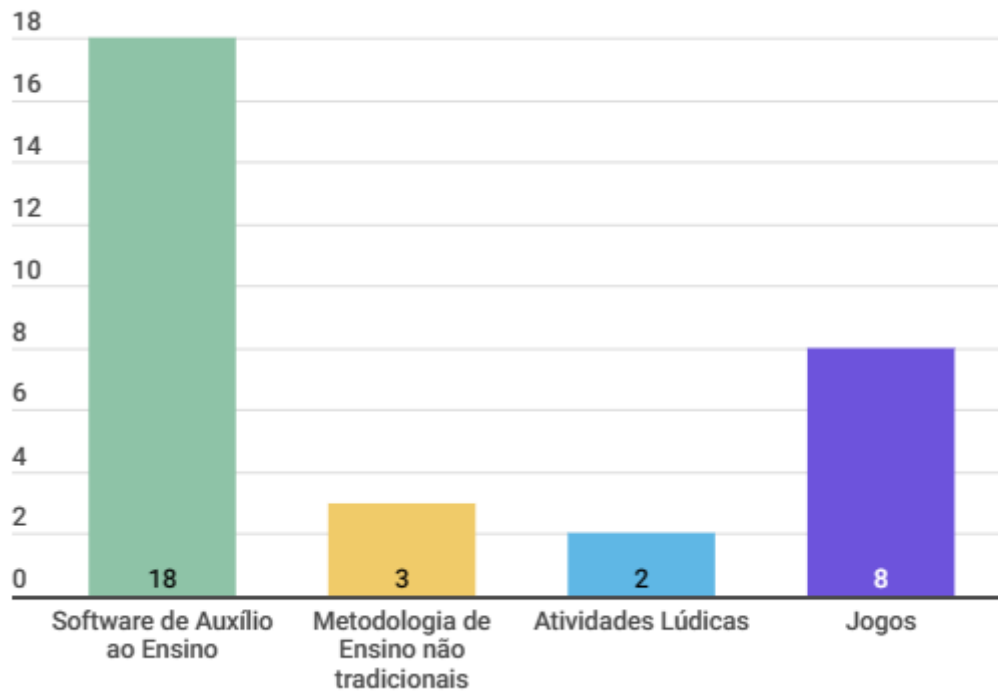
Gráfico 5: Distribuição de Conteúdos Programáticos explorados nas pesquisas

Fonte: Autoria Própria (2023).

O Gráfico 6 está associado à QP5 e demonstra a proporção de tipos de tecnologias desenvolvidas pelas pesquisas, dentre as quais foi possível observar:

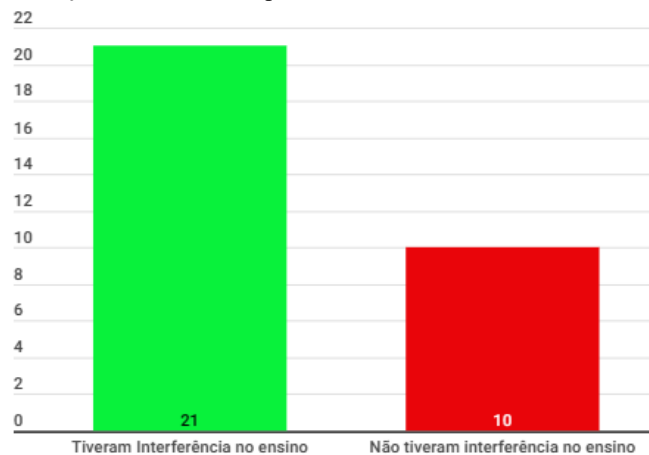
- Jogos Digitais.
- Software Multimídia de Auxílio ao Ensino.
- Metodologias de Ensino não tradicionais.
- Atividades lúdicas.

Desse modo, foram publicados 18 artigos que propuseram Software Multimídia de Auxílio ao Ensino, 8 para Jogos Digitais, 3 para Metodologias de Ensino não tradicionais, 2 para Atividades Lúdicas. Logo, observa-se que existe uma preferência por Softwares de Auxílio ao Ensino e Jogos Digitais. Isto talvez ocorra porque estes são tipos de tecnologias que podem apresentar mais atratividade aos estudantes da atualidade, cada vez mais informatizados.

Gráfico 6: Distribuição de Tipos de tecnologias desenvolvida pelas pesquisas

Fonte: Autoria Própria (2023).

Por fim, o Gráfico 7 está associado ao QP6 e expõe a quantidade de publicações que verificaram se houve ou não algum indício de interferência no ensino-aprendizagem com o uso de suas propostas/iniciativas. Com isso, verificou-se que 21 trabalhos tiveram indicaram ter conseguido ter uma interferência positiva no processo de ensino-aprendizagem. Porém, 10 trabalhos indicaram que não conseguiram verificar com clareza alguma interferência no ensino.

Gráfico 7: Distribuição de iniciativas que verificaram a interferência no ensino-aprendizagem

Fonte: Autoria Própria (2023)

Esta subseção organizou os dados sobre o panorama geral das publicações mais relevantes identificadas. Na próxima subseção, o conjunto final de publicações resultantes desta RSL são apresentados e brevemente discutidos.

5.2 Trabalhos Selecionados

O conjunto de trabalhos selecionados foram separados em quatro subdivisões de acordo com o tipo de iniciativa identificada, a saber: Software Multimídia de Auxílio ao Ensino; Jogos Digitais; Metodologias de Ensino não tradicionais; Softwares de Análise e Atividades Lúdicas. As quais serão discutidas a seguir.

5.2.1 Software Multimídia de Auxílio ao Ensino

A carência de recursos visuais e informatizados para apoiar no ensino-aprendizagem de estrutura de dados, torna essa tarefa desafiadora, sendo discutida e criticada no trabalho de Madeira, Simões e Martins et al. (2012). Os autores relatam os diversos conteúdos, dentre eles: pilhas; filas; árvores; listas encadeadas e demais tipos de ED são difíceis de aprender apenas pela apresentação básica em sala de aula. Eles indicam ferramentas que já existem na internet para auxiliar este processo, como o EDDL (programa educativo no âmbito do ensino-aprendizagem das estruturas de dados), o ASTRAL² (ambiente para o ensino de ED através de animações de algoritmos) e o SPYKE (tutorial voltado ao ensino de pilhas e filas) que facilitam o ensino e apoiam o acadêmico a desenvolver sua lógica de programação.

O referido trabalho destacou, a partir de uma pesquisa prévia, que o conteúdo “listas encadeadas” é considerado um dos mais difíceis pelos estudantes, pela quantidade de manipulações possíveis e, a partir disso, colocam em prática a criação do protótipo do sistema ODIN. Tal sistema busca ensinar o passo a passo de funções primitivas com listas encadeadas com representação gráfica através da linguagem C++. Por fim, os autores ressaltam a importância da exploração de mais conteúdos como implementação futura para seu sistema.

Freitas, Mota, Soares e Reis et al. (2014) desenvolveram uma metodologia chamada “Direciona ED” que foi implementada no software chamado PORTEC (Portal do Exercício Contextualizado), ela é composta por exercícios e perguntas aplicadas na disciplina de ED, apoiando os alunos nos conceitos de Lista, Pilha, Fila e Deque. A aplicação foi criada com PHP, permitindo o controle de resultados dos problemas por parte dos professores, incentivando a

² [Astral\(unicamp.br\)](http://Astral(unicamp.br))

abstração das informações essenciais a serem utilizadas na resolução de problemas da ED. Como resultado de sua avaliação, eles encontraram que 84% dos alunos disseram ter gostado daquela experiência e que houve impacto positivo no seu desempenho e aprendizagem.

Souza e Coelho et. al. (2015) abordaram o desenvolvimento de uma biblioteca gráfica como software de auxílio para a aprendizagem da ED. Afirmando que a geração atual aprende através de experimentações, eles colocam a biblioteca como referência para a participação mais ativa do discente, capaz de unir teoria e prática. A biblioteca denominada de “DSGraph³” foi desenvolvida e conta com versões em C e C++. A mesma foi desenvolvida em Java e com ela o aluno faria a análise de estruturas já implementadas com interfaces visuais demonstrando operações de árvores binárias, lista, fila, matrizes, vetores, ponteiros. Em sua avaliação, foi utilizado uma análise qualitativa com alunos por meio de questionários e foi obtido que 88% dos 238 alunos aprovaram a biblioteca e compreenderam melhor os conteúdos ao utilizá-la. Além disso, a taxa de aprovação das turmas subiu em pelo menos 20% ao se fazer uso da “DSGraph”.

Figura 3: Biblioteca “DSGraph”



Fonte: Página da principal - DSGraph - Visualização das Estruturas de Dados (sourceforge.net)

Marca, Silva e Borba et al. (2016) desenvolveram uma ferramenta que utiliza o Kinect como uma alternativa para melhorar a interação, a imersão e a inclusão no ensino da estrutura de dados. A ferramenta foi criada utilizando C# com representações gráficas, animações e comandos de interação natural. O desenvolvimento da ferramenta foi motivado pelo alto índice de reprovação e desânimo na disciplina de ED. Além disso, foi utilizado o algoritmo *keyframes*, que se valeu de métodos quantitativos em todo o processo de desenvolvimento. Após a criação do software, foi realizada uma avaliação pelos alunos, que indicou que a interface gráfica, a temática e o software em geral tiveram um bom nível de aceitação.

Já Oliveira et al. (2016) propuseram a criação de um aplicativo para dispositivos móveis que auxiliasse no processo de ensino-aprendizagem. O aplicativo, denominado Analisador Simplificado e Controle de Animação de Algoritmos (ASCAA), tem foco nas estruturas básicas

³ [pagina_principal - DSGraph - Visualização das Estruturas de Dados \(sourceforge.net\)](http://pagina_principal_-_DSGraph_-_Visualizacao_das_Estruturas_de_Dados_(sourceforge.net))

e nos algoritmos de ordenação, tornando o ensino da matéria mais atraente por meio de uma interface amigável. A avaliação junto aos alunos indicou mais motivação e um índice de 96% de notas acima da média.

O trabalho de Hara e Siscoutto et al. (2018) descreve o desenvolvimento de um software de realidade aumentada (SEDRA) para auxiliar o aprendizado de maneira interativa e inovadora. Para o trabalho, foi realizado um grande estudo de arquitetura e usabilidade da ferramenta. Com isso, foi possível incluir diversas características em seu uso, dentre elas: visualizações 2D e 3D, aplicações na Engine e banco de dados relacional. Em decorrência disso, foram realizados testes de usabilidade com professores através de questionários, com um resultado bom de 3,9 (a escala era de 0 a 5). O projeto estudou e implementou objetos em realidade aumentada através de um aplicativo, tornando-o uma plataforma livre e sem custos. No desenvolvimento do projeto, foram utilizados o Unity3D e a Vuforia.

O trabalho de Souza et. al. (2018) é baseado na solução de problemas e desafios para estudantes, como a falta de motivação nas disciplinas de programação, principalmente as mais avançadas. Com isso, os autores apresentam o jogo chamado “TesterDS” que utiliza a gamificação para trazer criatividade e maior envolvimento dos alunos. Na construção do jogo foram utilizados dois conceitos: *Teste Drive Development* (TDD) e Teste Estrutural de Software, nos quais o professor desenvolve níveis nas ferramentas utilizando TDD e conceitos de ED para que os alunos possam resolver e aprender os conceitos de ED com o problema. A ferramenta foi criada com Java e API's na web.

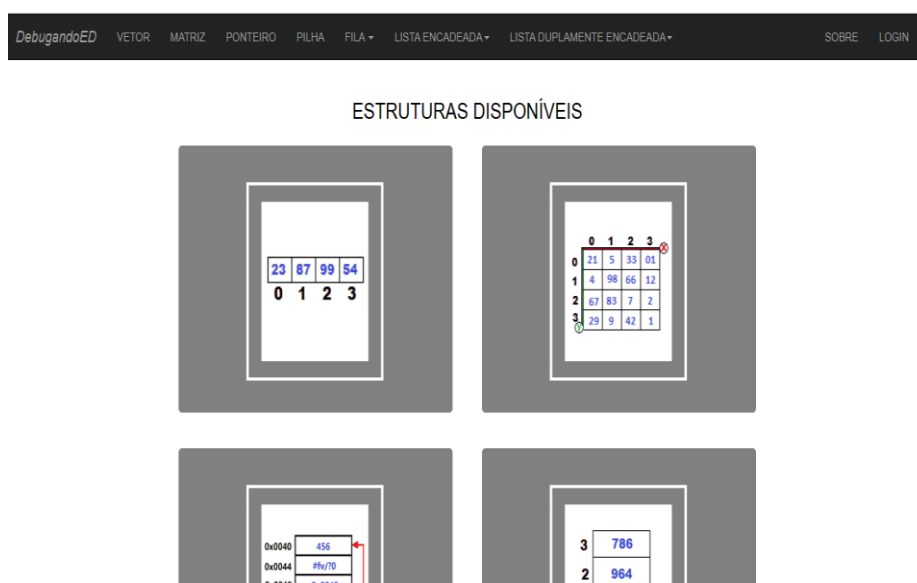
Com o objetivo de colaborar com o problema de aprendizagem de ED por parte dos alunos, Roberto et. al. (2018) desenvolveu uma ferramenta chamada de Python Tutor. Essa plataforma apresenta um ambiente simples para visualizar e depurar programas em Python. A plataforma apresenta uma arquitetura que atende a mais de uma linguagem e funciona de forma online. Uma avaliação qualitativa permitiu a identificação de problemas em estruturas complexas, tornando a ferramenta um excelente recurso para auxiliar os alunos na sua jornada de aprendizado.

Para tratar o problema de aprendizagem em estruturas de dados, Brito et al. (2019) propuseram a metodologia de programação competitiva como ferramenta de apoio ao ensino. Os autores argumentam que as maratonas de programação muitas vezes são deixadas de lado pelos estudantes porque são muito desafiadoras. O trabalho buscou, então, trazer uma metodologia de ensino de algoritmos e estrutura de dados, por meio de encontros semanais e atividades extraclasse. Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados conceitos de maratona de programação, gamificação e plataformas online que permitem acesso a problemas,

soluções e correções. A metodologia é composta por rankings com desafios e aulas práticas, levando à uma maior adesão por parte dos alunos. Como resultado da avaliação de 73 alunos, constatou-se que houve uma taxa de aprovação de 67%. Além disso, 72% das notas foram acima de 7 no período, o que demonstrou relevância para a iniciativa.

Borges, Martinez e Ribeiro (2021) apontam para a dificuldade de tornar as ferramentas do dia a dia atrativas para os alunos, eles destacam os simuladores como uma opção promissora para auxiliar no aprendizado e investigação. Com o objetivo de desenvolver uma ferramenta completa que unisse teoria e prática, foi criado o simulador "DebugandoED"⁴, que aborda conceitos e demonstrações de vetores, matrizes, ponteiros, pilhas e filas. O simulador foi aplicado em turmas a distância, sua utilização seria avaliada e aprimorada em trabalhos futuros.

Figura 4: Ferramenta “DebugandoED”



Fonte: DebugandoED - Simulador de Estrutura de Dados (ufu.br)

Batista, Peixoto, Murta e Melo (2014) destacam que o modelo acadêmico não tem correspondido às expectativas do mercado de trabalho, o que resulta em um alto grau de inadequação. Diante desse cenário, os autores desenvolveram um material inovador e rico que simula graficamente o equivalente ao código de listas encadeadas em Java. Além disso, um *Quiz* foi implementado, no qual o professor poderia cadastrar perguntas para os alunos, gerando um escore de acordo com as respostas fornecidas. O objetivo foi buscar soluções para esses problemas através do desenvolvimento de materiais instrucionais relevantes, introduzindo novas aplicações que podem contribuir significativamente para o ensino e aprendizagem de ED.

Souza e Cantuária et al. (2020) destacam a importância dos grafos na resolução de problemas do mundo real no campo da computação. No entanto, os autores ressaltaram que,

⁴ [DebugandoED - Simulador de Estrutura de Dados \(ufu.br\)](https://ufu.br/debugandoed)

devido à grande diversidade de conteúdos, o tema dos grafos nem sempre recebe a devida atenção no currículo. Para abordar essa questão, foi desenvolvido um sistema *web* interativo que permite a visualização dos conceitos de grafos, oferecendo um auxílio no ensino desse conteúdo de ED para os estudantes. Esse trabalho coloca o aluno em contato com várias linguagens de programação, possibilitando a utilização e a geração de grafos, tornando a visualização e o ensino mais práticos e efetivos.

O trabalho de Beck, Mariotto e Luiz et al. (2013) apresentou a proposta de um ambiente de simulação e animação para o ensino da ED, permitindo que o aluno crie suas próprias animações e compreenda o funcionamento da estrutura e dos algoritmos. Os autores buscaram desenvolver uma ferramenta para criar um ambiente de simulação e animação para o ensino da programação. Além disso, foi indicado e estudado ambientes virtuais de ensino de algoritmos que já existiam, como: ODIN (MADEIRA et.al 2005), TBC (SANTOS;COSTA, 2005) e SPYKE (SIMÕES et. al. 2006), a partir do estudo desses ambientes, os autores partiram para criar a ferramenta utilizando as linguagens de PHP e C, a mesma teve sua aplicação em turmas que estavam matriculados na disciplina de ED no curso de Ciência da Computação na Universidade de Cruz Alta. Em sua construção, o ambiente possui alguns recursos educacionais em sua estrutura, como: teorias e exemplos, ambiente com editor de texto, arquivos com especificações práticas de ED e arquivos com dados de testes feitos (Beck et. al. 2013). Como resultado disto, a ferramenta se tornou uma forma mais fácil de explicar os conhecimentos por parte do professor, fazendo com que o discente absorvesse melhor o conteúdo, objetivando diminuir o índice de reprovação nas disciplinas iniciais.

Ribeiro e Brandão et al. (2012) retrataram o cenário de evasão dos discentes e apontaram que as principais causas para isso são a dificuldade de leitura e compreensão de textos, dificuldades com lógica e principalmente com a abstração. Nesse contexto, os autores propuseram a criação da ferramenta "iVProg"⁵, que permite a construção de algoritmos com elementos visuais. No artigo, os autores descreveram em detalhes a concepção e implementação dessa ferramenta. Para verificar a eficácia da ferramenta "iVProg", ela foi testada por meio da aplicação de exercícios de ED em uma turma de alunos.

O resultado de uma avaliação demonstrou maior facilidade na compreensão dos algoritmos, aprimoraram sua lógica de programação e apresentaram maior engajamento durante as atividades. Esses resultados corroboram a importância da ferramenta "iVProg" como um recurso, oferecendo uma abordagem inovadora para superar as dificuldades encontradas pelos

⁵ [iVProg - LInE \(free educational software and contents\) \(usp.br\)](http://iVProg - LInE (free educational software and contents) (usp.br))

alunos na área de programação. No entanto, vale ressaltar que os autores indicam a necessidade contínua de investigações adicionais e aprimoramentos para aperfeiçoar ainda mais a ferramenta.

Kira e Merkle et al. (2018) destacaram que a abstração é um desafio predominante no ensino de ED. Em seu estudo, eles enfatizaram que a compreensão do conceito de ponteiros é fundamental para a compreensão inicial da disciplina. Com base nisso, foi desenvolvido um instrumento de apoio. A abordagem envolveu uma dinâmica contendo envelopes e cartões, que representam os ponteiros, visando auxiliar os alunos em seu processo de ensino-aprendizagem e abrir caminhos para futuros desenvolvimentos promissores

Souza et al. (2013) destacaram a importância de ferramentas que aprimorem a visualização das ED durante a execução de programas. Essas ferramentas são valiosas, pois fornecem *insights* sobre o comportamento das estruturas de dados em tempo de execução. Com base nessa perspectiva, o autor desenvolveu um interpretador, utilizando a JVM como base. O objetivo era criar uma ferramenta de auxílio capaz de gerar várias representações gráficas de ED, independentemente da linguagem de programação utilizada.

Moreno, Barbosa e Manfio (2019) ressaltam uma vasta quantidade de estruturas de programação na ED. Diante disto, os autores justificam que as tabelas Hash estão sendo pouco exploradas pelos pesquisadores. Dessa forma os autores desenvolveram o "Visual TaHs", utilizando tabelas *Hash*. Os autores realizaram testes de qualidade e experimentos para verificar quais funcionalidades eram mais eficientes. Como resultado, a ferramenta de auxílio trouxe um valor significativo, tornando o assunto mais conhecido e de fácil compreensão, além de explorar conteúdos menos procurados.

5.2.2 Jogos Digitais

Ferreira, Denardi, Pozzebon e Voss et al. (2015), abordam o desenvolvimento de um jogo educacional como ferramenta de auxílio para o ensino e prática da disciplina de ED. Os autores trouxeram como proposta, um ambiente para praticar conceitos adquiridos em aulas presenciais ou a distância, solidificando o conhecimento dos alunos e também aumentando o *networking* entre os jogadores, trazendo uma interação e prática mais notável. Inicialmente, o jogo foi aplicado ao conteúdo de árvores binárias e com o decorrer do tempo, buscou-se aumentar seu escopo trazendo outros conteúdos. A aplicação criada apresenta diversos níveis desde o iniciante no assunto até o que deseja praticar, trazendo uma aprendizagem baseada no

encontro dos erros e proporcionando diversos exercícios com competições e comunicações sobre árvores binárias.

Por outro lado, Barbosa et al. (2015) destacam os jogos como a alternativa que falta nos estudos. Com isso em mente, os autores investiram em um jogo sério, chamado de DEG4Trees⁶. A proposta se concentrou nos conteúdos de árvores binárias de busca e árvores AVL para melhorar o desempenho dos alunos. O jogo foi dividido em duas versões, nas quais uma possui conteúdos de Árvore Binária de Busca e outra de Busca Balanceada, sendo assim, os alunos têm uma gama maior de aprendizado sobre árvores de busca e também possuem mais cenários para explorar. Como resultado, as notas finais indicaram que a ferramenta é útil e recomendável, de acordo com os avaliadores.

Figura 5: Jogo “DEG4Tress”



Fonte: Prof. Paulo Afonso Parreira Júnior Trabalho de Conclusão de Curso (ufg.br)

Batistella, Petri, Wangenheim, Martina et al. (2016) iniciaram o trabalho ao trazerem uma descrição dos estudos de algoritmo de ordenação nas disciplinas de ED. Propuseram o jogo "Sortia 2.0", que tinha como objetivo ensinar o algoritmo de ordenação Heapsort por meio da simulação de sua execução. Para seu desenvolvimento, realizaram um estudo de caso utilizando o modelo de avaliação MEEGA, que avaliou a percepção dos alunos, a experiência do usuário

⁶ [Prof. Paulo Afonso Parreira Júnior Trabalho de Conclusão de Curso \(ufg.br\)](http://ufg.br)

e a aprendizagem. O jogo foi criado com protótipos de alta fidelidade e boa usabilidade, e aplicado no curso de Ciência da Computação da UFSC em 2015. Os resultados da avaliação evidenciaram a relevância do jogo para os estudos, com 96% dos alunos considerando-o relevante, 92% aprovando o design, 80% satisfeitos e 68% tendo um avanço significativo. O jogo facilitou a recordação, compreensão e aplicação do conteúdo, utilizando o design institucional para criar experiências de ensino mais eficientes e atraentes. Implementado em HTML5, PHP e JavaScript, o jogo apresentava explicações do funcionamento, regras e ranking, desafiando os alunos a visualizarem os índices dos vetores e ordenarem os dados utilizando ponteiros.

Johansson e Flor (2018) começaram seu artigo relatando as dificuldades da ED, os mesmos abordam a elevada taxa de reprovação na disciplina de introdução à programação de 2010 a 2014 na USP (Universidade de São Paulo), chegando a 30% e até em alguns casos ultrapassar os 50%. Esse cenário se deve a vários fatores de ensino, que vão desde a apresentação das bases até a forma de ensino utilizada. Para combater essa problemática, os autores desenvolveram um jogo educacional como uma ferramenta para o ensino de algoritmos de ordenação. O jogo utiliza vários recursos gráficos e visuais para tornar o conteúdo mais atrativo para os alunos, além de apresentar uma linguagem simples e amplamente utilizada, bem como legendas explicativas. No jogo, o aluno digita valores e escolhe o método de ordenação, logo em seguida é demonstrado todo o processo de ordenação e sua execução em passos. A criação do jogo passou por diversas etapas de desenvolvimento e foi avaliada, obtendo opiniões e dados por meio de questionários aplicados aos alunos. Maurício, Oliveira e Renhe et. al. (2020) propõe o jogo chamado “GameProgJF” como uma ferramenta de auxílio nas disciplinas de programação. No jogo, foram explorados conteúdos como variáveis e funções, condicionais, estruturas de repetição, vetores e strings, matrizes e estruturas de dados heterogêneas. De acordo com os autores, a motivação proporcionada pelo jogo gerou engajamento por parte da maioria dos alunos, classificando-o como interessante, motivador e como parte da geração de interesse na disciplina.

Rosa, Jesus, Igarashi e Pereira et. al. (2020) com o intuito de auxiliar os estudantes no aprendizado do conteúdo, desenvolveram o jogo chamado "Iron Ears", um jogo educativo que busca trazer de forma lúdica e implícita o funcionamento de algumas ED, incentivando o aprendizado. Para a avaliação, foi realizado um experimento e como resultado, foi identificado que as turmas que utilizaram o jogo apresentaram melhores notas, aprovações e presenças na disciplina.

Battistella e Wangenheim et al. (2012) criaram um jogo de ordenação, começando com o algoritmo de ordenação Heapsort. Nesse jogo, os estudantes simulam manualmente o processo de ordenação de números inteiros, permitindo que compreendam todo o processo. Como resultado, o jogo foi aplicado em turmas de ED, e os alunos responderam a um questionário, evidenciando satisfação e aprendizagem.

Dorea et al. (2017) relataram a desmotivação dos estudantes devido à dificuldade de aprender algoritmos mais avançados da disciplina de ED. Diante desse cenário, os autores apresentaram o jogo "EscapeVR", um labirinto de realidade virtual que auxilia no aprendizado de algoritmos de busca e heurística. Após a criação e aplicação do jogo "EscapeVR", foi realizado um experimento com os estudantes, no qual eles responderam a um formulário de avaliação.

Como resultado, os autores indicaram que o jogo se mostrou uma ferramenta eficaz, gerando confiança, relevância, atenção, diversão, imersão e controle por parte dos discentes. Esses resultados ressaltam a importância do uso de recursos lúdicos, como jogos de realidade virtual, no ensino de algoritmos mais complexos. Através do "EscapeVR", os estudantes puderam desenvolver suas habilidades de busca e heurística de forma mais motivadora. No entanto, os autores ressaltam que a aplicação de jogos de realidade virtual como ferramentas educacionais requer pesquisas adicionais e ajustes contínuos para melhorar sua eficácia e explorar todo o seu potencial no contexto acadêmico.

5.2.3 Metodologias de Ensino não tradicionais

Moreira e Monteiro et. al. (2018) abordam que as dificuldades crescentes no aprendizado de ED, está em compasso com a evasão escolar, segundo pesquisas científicas recentes. Diante disso, apresentam uma metodologia inovadora de ensino baseada na gamificação e na computação desplugada, com o objetivo de estimular a motivação e proporcionar um ambiente agradável de aprendizagem, sem a necessidade de computadores. Para criar a dinâmica, os autores utilizaram métodos quantitativos, dividindo as aulas em 30 horas práticas e 30 horas teóricas remotas, abrangendo diversos assuntos, tais como; recursividade, filas, pilhas, listas, árvores, dentre outros. A gamificação foi aplicada após as aulas e como num jogo, o aluno iniciava com *score 7* e, com base em seus resultados, poderia ganhar ou perder notas com base em uma tabela pré-definida. Como resultado, os alunos demonstraram grande interesse e se divertiram durante todo o processo. Um grupo de 16 discentes avaliou a proposta e 15 alunos aprovaram o método, 11 dos 16 discentes afirmaram

que teriam mais dificuldades sem a ferramenta, o que reforça a importância da gamificação aliada à computação desplugada como estratégias para o ensino de disciplinas como ED.

De forma semelhante, Bigolin et al. (2020) propuseram a aplicação de uma nova metodologia de ensino para a ED. Na aplicação da metodologia, foi necessário realizar uma análise para verificar como os alunos se sentiam, para poder se criar uma metodologia aplicável. Assim, foi proposto que os alunos apresentassem um seminário de conteúdo não ainda trabalhado pelo professor (Silveira et. al. 2019). Durante essa apresentação, os alunos foram questionados sobre os temas e isto foi considerado na parte da nota. Após a avaliação dos resultados, segundo os autores, a taxa de reprovação diminuiu significativamente e quando o método foi utilizado nos semestres seguintes, a satisfação dos alunos e professores continuou a aumentar.

Correia et al. (2014) propôs uma metodologia construcionista, os autores desenvolveram a ferramenta CADILAG⁷, que utiliza recursos visuais para auxiliar os alunos na compreensão dos conceitos de estruturas de dados. Ao longo de dois anos, essa metodologia foi aplicada, e os resultados obtidos foram positivos, refletindo-se em melhores notas dos alunos e maior interesse e motivação durante o processo de aprendizagem.

Figura 6: Ferramenta “CADILAG”



Fonte: Cadilag Estruturas (unesp.br)

⁷ [Cadilag Estruturas \(unesp.br\)](http://CadilagEstruturas.unesp.br)

5.2.4 Atividades Lúdicas

Puga e Tabuti et al. (2014) propuseram uma solução baseada em atividades lúdicas com o desenvolvimento do jogo de baralho "Paciência". A atividade foi criada pois, de acordo com os autores, a criação de um objeto de aprendizagem é mais eficiente do que o aprendizado a partir de exercícios de fixação sobre algum assunto. Diante disto, foi feito um estudo de caso chamado "Projeto-Paciência" que de forma lúdica, demonstra o uso das estruturas de recursividade, pilha, fila e lista ligada na criação de um jogo. Esta atividade foi feita com diversas regras para se fazer uso dos conceitos de ED - o projeto foi implementado com linguagem Java e suas bibliotecas - para que os alunos desenvolvessem a ferramenta agregando conhecimentos teóricos sobre as estruturas na sua implementação. Como resultado, os alunos perceberam que podiam aprender o conteúdo de duas formas diferentes e complementares, pois tinham contato com a teoria dos assuntos base e desenvolveram utilizando as mesmas

Por fim, o trabalho de Silva et al. (2011) identificou diversos fatores que contribuem para o fracasso dos alunos em ED, incluindo a sobrecarga de conceitos abstratos, dificuldades de aprendizado e falta de motivação. Neste sentido, os autores propuseram a aplicação de práticas de apoio ao ensino-aprendizagem, utilizando diferentes ambientes de aprendizagem. Essa abordagem resultou em vantagens significativas para o aprendizado em uma redução no índice de reprovação dos alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Periodicamente, as instituições de ensino precisam inovar nas metodologias de ensino, a fim de trazer melhores resultados e conclusões aos alunos. Todavia, essa tarefa é difícil porque exige esforço e tempo por parte dos professores pesquisadores para encontrar as ferramentas e métodos adequados para esta finalidade. Em síntese, este trabalho, por meio da de uma RSL, realizou um levantamento sobre as iniciativas diversificadas para o ensino de ED em universidades do Brasil, a partir de 2010, de modo a entender melhor como isso vem ocorrendo e quais estratégias são mais utilizadas no processo de ensino-aprendizado.

Os resultados obtidos foram organizados em tabelas e gráficos, por meio dos quais é possível verificar um início de trabalhos de pesquisa nesta perspectiva no ano de 2011, tendo seu ápice de busca em 2018, com um declínio a partir disso até a atualidade. Acreditamos que o cenário de pandemia causado pelo vírus da COVID-19 pode justificar isto. Logo, pode-se perceber uma busca contínua, mas não intensa, por diferentes propostas relativas ao ensino de ED de forma menos tradicional.

Nossos resultados indicam que não existe um padrão de autores, instituições e continuidade das propostas encontradas nas diferentes publicações, o que evidencia a falta de consistência em projetos relacionados à inovações e melhorias de objetos de aprendizagem voltados para o conteúdo de ED. Porém, dentre os estudos analisados é possível perceber que a maior parte deles conseguiu avaliar uma interferência positiva no processo de ensino-aprendizado.

Assim, de forma geral, percebe-se que existem poucas iniciativas voltadas ao ensino de ED de forma menos tradicionais nas instituições brasileiras de ensino superior, um possível motivo para isto pode ser a pouca viabilidade para criar soluções genéricas que contemplem os diferentes tipos de conteúdos, uma vez que um conteúdo se relaciona a outro, mas com particularidades de funcionamento do ponto de vista lógico. Além disso, a particularidade de cada instituição, as quais possuem grades curriculares, regras e restrições singulares de ensino também pode influenciar neste sentido. Ademais, verifica-se que existem poucas iniciativas de objetos de aprendizagem voltados para o tema que utilizem técnicas atrativas e motivadoras para os estudantes, como as encontradas na gamificação, por exemplo.

Contudo, percebe-se que existem algumas boas iniciativas disponíveis para serem utilizadas pelas instituições de ensino superior, dentre elas: DebugandoED⁸, Simuled⁹ e o

⁸ [DebugandoED - Simulador de Estrutura de Dados \(ufu.br\)](https://ufu.br/debugandoed)

⁹ [Simuled - Simulador de Estrutura de Dados \(sourceforge.net\)](https://sourceforge.net/projects/simuled/)

Astral¹⁰ que possuem versão online de ensino a ED. Verificou-se que foram criados jogos, metodologias e ferramentas de auxílio e análise que buscaram inovar e discutir o ensino de ED e suas particularidades. Alguns desses trabalhos apresentaram também avaliações significativas e com resultado verificados, tais como: SORTIA 2.0 (Batistella,2016) que evolui a versão de jogo 1.0 e traz o conteúdo de algoritmos de ordenação *Heapsort*, sendo avaliado positivamente pelos estudantes. A ferramenta KLOSS (Johansson,2018) que também aborda sobre algoritmos de ordenação, teve sua avaliação positiva, com avaliações positivas para sua interface, com facilidade de compreensão e utilização..

Por fim, ressaltamos que o nosso interesse subjacente com o desenvolvimento desta RSL foi incentivar novas ideias e, talvez, novos projetos de pesquisa para o apoio ao ensino nas disciplinas de ED e de programação, de um modo geral, na própria UFERSA. Assim, como trabalhos futuros, podemos citar que a exploração das discussões, tecnologias utilizadas e resultados verificados no conjunto final de publicações analisadas poderá servir de base para a criação de propostas inovadoras, modernas e atrativas para o ensino de conteúdos de ED. Neste sentido, o desenvolvimento de objetos de aprendizagem contendo estratégias de gamificação para o ensino de conteúdos de ED se mostra uma boa opção para ser implementada pelos próprios pesquisadores envolvidos no presente trabalho.

¹⁰ [Astral\(unicamp.br\)](http://Astral(unicamp.br))

REFERÊNCIAS

ADOLFO MOREIRA, J.; MARQUES MONTEIRO, W. O uso da computação desplugada em um contexto de gamificação para o ensino de estrutura de dados. *RENOTE*, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 546–555, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.89272. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89272>. Acesso em: 11 maio. 2023.

ALENCAR, Luiz; PESSOA, Marcela; PIRES, Fernanda. Um jogo educacional para exercitar propriedades de árvores binárias de busca. *In: CONCURSO APPS.EDU - PROTÓTIPO - CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE)*, 9. , 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 226-231. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2020.226>.

ASCENCIO, Ana Fernanda Gomes; ARAÚJO, Graziela Santos de. Estruturas de Dados: algoritmos, análise da complexidade e implementações em JAVA e C/C++. São Paulo: Perarson Prentice Halt, v. 3, 2010.

AZEREDO, P. A. Uma proposta de Plano Pedagógico para a Matéria de Programação. *In: Anais do II Curso: Qualidade de Cursos de Graduação da Área de Computação e Informática (WEI 2000)*. Editora Universitária Champagnat, 2000.

BRONDANI, M. B.; Mozzaquatro, P. M.; Antoniazzi, R. L. AMBIENTE DE SIMULAÇÃO E ANIMAÇÃO PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO. Revint, 2013.

BARBOSA, W. A.; Júnior, P. A. P. (2013), Um Mapeamento Sistemático sobre Ferramentas de Apoio ao Ensino de Algoritmo e Estruturas de Dados. *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2013)*. Campinas, SP, Brasil.

BATISTELLA, P. E.; von WANGENHEIM, A.; von WANGENHEIM, C. G. SORTIA - Um Jogo para Ensino de Algoritmo de Ordenação: Estudo de caso na Disciplina de Estrutura de Dados. 2012.

BATISTA, A. C.; MELO, L. A.; PEIXOTO, M. M. Proposta de um Kit Multimídia para Conteúdos de Estrutura de Dados. *In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Novembro de 2014. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2014.925.

BARBOSA, W. A. et al. DEG4Trees: Um Jogo Educacional Digital de Apoio ao Ensino de Estruturas de Dados. In: Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação, Recife, 20/07/2015.

BATTISTELLA, P. E. et al. SORTIA 2.0: Um jogo de ordenação para o ensino de Estrutura de Dados. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Florianópolis, 17/05/2016.

BORGES, Lucas Fernando; MARTINEZ, Ana Claudia; RIBEIRO, Thiago Pirola. O ensino de Estrutura de Dados auxiliado por uma Plataforma Didática na Web. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 17. , 2021, On-line. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 37-40. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbsi.2021.15351>.

BIGOLIN, N. M.; SILVEIRA, S. R.; BERTOLINI, C.; ALMEIDA, I. C. de; GELLER, M.; PARREIRA, F. J.; CUNHA, G. B. da; MACEDO, R. T. Active Learning Methodologies: an experience report in the courses of programming and data structure. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e74911648, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i1.1648. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1648>. Acesso em: 11 may. 2023.

CORREIA, R. C. M. et al. A methodological approach to use technological support on teaching and learning data structures. In: 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, Espanha, 2014. IEEE.

CANTUÁRIA, P. S. S. GRAPHLIVE: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTERATIVO PARA CRIAÇÃO DE GRAFOS. Tese de Graduação. Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), 10 de Dezembro de 2020.

CELES, W.; Szwarcfiter, J. L.; Rangel, J. L. Introdução a Estruturas de Dados. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

CHAMPIRI, Zohreh Dehghani et al. A systematic review of scholar context-aware recommender systems. Expert Systems with Applications, 42, 2015, p. 1743-1758.

DOREA, F. W. T. et al. EscapeVR: Labirinto em Realidade Virtual para Auxiliar na Aprendizagem de Algoritmos de Busca. 2017.

DA ROSA, Alexandre; DE JESUS, Andreia; IGARASHI, Gabriel Vaz ; PEREIRA, Vinicius Struginski . Iron Ears: primeiras impressões de um jogo educativo para ensino de estrutura de dados lineares. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*, 28. , 2020, Cuiabá. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 31-35. ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2020.11124>.

DE, T.; SEMESTRAIS, H.-A. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CAMPUS ARARANGUÁ Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde - C.T.S Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação PLANO DE ENSINO SEMESTRE 2022.2 I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA: CÓDIGO NOME DA DISCIPLINA No. DE HORAS-AULA SEMANAIS TEÓRICAS PRÁTICAS. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/239823/CIT7584_-_Estrutura_de_Dados_e_Algoritmos.pdf?sequence=35. Acesso em: 1 maio. 2023.

FREITAS, M. F.; Mota, S. D. S.; Mota, S. D. S.; Reis, R. C. D. PORTEC: uma ferramenta para auxiliar na abstração dos conceitos de Estrutura de Dados. *In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Novembro 2014.

FILHO, J. S. CRIAÇÃO DE UMA FERRAMENTA INFORMATIVA SOBRE TEORIA DOS GRAFOS. Tese de Graduação. Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), 1 de Dezembro de 2017.

FORTES, R. S.; FARIA, F.; LOPES, R. A. Programação competitiva como ferramenta de apoio ao ensino de algoritmos e estrutura de dados para alunos de Ciência da Computação. *In: XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Brazilian Symposium on Computers in Education)*, Novembro 2019. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2019.359.

FERREIRA, C. N.; FERREIRA, C. N. ;VOSS, G. B.; POZZEBON, R. B. Proposta de um Jogo Educacional para o Ensino de Estrutura de Dados. *In: IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015) - Workshop de Jogos Educativos Digitais Interdisciplinares*, Maceió, Outubro 2015.

HARA, M. M. S.; SISCOOTTO, R. A. OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA ENSINO DE ESTRUTURAS DE DADOS FAZENDO USO DE REALIDADE AUMENTADA: SEDRA. *Colloquium Exactarum*. ISSN: 2178-8332, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 62–77, 2018. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2314>. Acesso em: 11 maio. 2023.

JOHANSSON, K. M.; FLOR, D. E. KLOSS: FERRAMENTA GRÁFICA PARA O ENSINO DE ALGORITMOS DE ORDENAÇÃO. *Revista Mundi Engenharia Tecnologia e Gestão*, 3(4), Dezembro 2018. ISSN 2525-4782. DOI: 10.21575/25254782rmetg2018vol3n4564.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, 2004, p. 1-26.

KITCHENHAM, Barbara & CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report EBSE-2007-01: school of computer science and mathematics, Keele University, 2007.

KIRA, Gustavo; MERKLE, Luiz Ernesto. Ponteiros em Papel: O ensino e a aprendizagem de ponteiros em linguagem de programação C com base em envelopes coloridos. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*, 26. , 2018, Natal. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018 . ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2018.3529>.

LA MARCA, A.; SILVA, M. V. B.; BORBA, W. Uma Ferramenta para Apoio ao Ensino de Estrutura de Dados utilizando Interação Natural. *In: Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, Novembro 2016.

MADEIRA, Maicon; SIMÕES, Priscyla; Martins, Paulo. ODIN - Ambiente Web de Apoio ao Ensino de Estruturas de Dados Lista Encadeada. *SulComp*, Santa Catarina, Outubro de 2012.

MORENO, Fábio Carlos; DE BARBOSA, Cinthyan Renata Sachs C.; MANFIO, Edio Roberto. Visual TaHs: software para auxiliar o ensino de tabelas Hash na disciplina de Estrutura de Dados. *In: SEMINÁRIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE (SEMISH)*, 46. , 2019, Belém. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019 . p. 33-44. ISSN 2595-6205. DOI: <https://doi.org/10.5753/semish.2019.6565>.

OLIVEIRA, L. et al. Desenvolvimento de um aplicativo móvel educacional voltado ao ensino de Estrutura de Dados. *In: XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Novembro 2016.

O que é a Tecnologia da Informação. Disponível em: <https://unisa.blog/como-surgiu-a-tecnologia-da-informacao/>. Acesso em: 1 maio 2023.

PUGA, Sandra; TABUTI, Lucy. A CONSTRUÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM COMO RECURSO PARA ESTRUTURA DE DADOS. INOVAE, São Paulo, Maio de 2014.

ROBERTO, Giancarlo F.; OLIVEIRA, Fabiano S.; PINTO, Paulo Eustáquio D.; COELHO, Igor M.. TuPy Online - Programação em Português com Visualização de Execução e Abstrações de Estruturas de Dados na Web. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*, 26. , 2018, Natal. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018 . ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2018.3498>.

RIBEIRO, L. et al. "Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica." Sociedade Brasileira de Computação (2019). Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/60/263/505-1>. Acesso em: 30 março de 2022.

RIBEIRO, R.; BRANDÃO, A. A. F.; BRANDÃO, L. O. Uma visão do cenário Nacional do Ensino de Algoritmos e Programação: uma proposta baseada no Paradigma de Programação Visual. *In: Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Volume 1*. Novembro de 2012. Disponível em: http://www.ime.usp.br/~leo/artigos/artigo_sbie2012_visao_cenario_nacional_ensino_algoritmos_ribeiro_brandao_1797-2821-1-SM.pdf.

OCDE, 2028. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2018_eag-2018-en Acesso em: 05 de março de 2023.

SANTOS, R. P.; COSTA, H. A. X. TBC-AED e TBC-AED/WEB: Um Desafio no Ensino de Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação. *In: IV WEIMIG*, 2005.

SEROA, I.; BERTOLDO, H.; NEVES, V. TesterDS: uma maneira fácil e estimulante para aprender Estruturas de Dados. *In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Brazilian Symposium on Computers in Education)*, Outubro 2018.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática. 2003. Disponível em: http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=195&task=view.download&catid=36&cid=52. Acesso em: 06 mar. 2011.

SOUZA, R. F.; Giraldi, M. C. M. (2011), Giraffas – Uma ferramenta de apoio ao ensino da estrutura de dados árvore. Anais do XXII SBIE - XVII WIE. Aracajú, SE, Brasil.

SOUZA, T. D. N. Um Interpretador Gráfico de Comandos baseado na JVM como ferramenta de ensino de Programação, Algoritmos e Estrutura de Dados. 1 de novembro de 2013. (Tese de Graduação). Universidade Federal da Paraíba, Repositório da UFPB.

SILVA, Gabriel Costa; RÉ, Reginaldo; KAWAMOTO, André; SCHWERZ, André. Uma Experiência na Aplicação de Práticas de Apoio no Ensino Aprendizado de Algoritmos. In: Anais do XXII SBIE - XVII WIE. Novembro de 2011.

STEPHAN, João; OLIVEIRA, Alessandra; RENHE, Marcelo Caniato. O Uso de Jogos para Apoiar o Ensino e Aprendizagem de Programação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 31. , 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 381-390. DOI:<https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.381>.

Silva, G. C. et al. (2011), Uma Experiência na Aplicação de Práticas de Apoio no Ensino-Aprendizado de Algoritmos. Anais do XXII SBIE - XVII Workshop sobre Informática na Escola - WIE. Aracajú, SE, Brasil.

SOARES, T. C. A. P. et al. Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não Intrusiva de Algoritmos. In: III Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais (WEIMIG'2004). Belo Horizonte, MG, Brasil, 2004.

SOUZA, J.; COELHO, S. Uma biblioteca gráfica para aprendizagem de algoritmos e estruturas de dados. Revista Brasileira de Informática na Educação, Abril 2015.

VIANNA, I. O. A. Metodologia do trabalho científico: Um enfoque didático da produção científica. 1ª ed. [S. l.]: EPU, 2001.

WING, J. Computational thinking. Communications of the acm, v. 49, n. 3, 2006, p. 33-35. Disponível em: . Acesso em: 04 de março de 2022.

WIRTH, N. Algoritmos e Estruturas de Dados. LTC Informática-Programação, 1989.

VAHLICK, A., Mattos, M. M. (2008), Relato de uma Experiência no Ensino de Algoritmos e Programação Utilizando um Framework Lúdico, In: Anais do II Workshop de Ambientes de apoio à Aprendizagem de Algoritmos e Programação, Fortaleza.

YNOGUTI, C. A. (2005), Uma metodologia para o ensino de algoritmos, In: Global Congress on Engineering and Technology Education.

ANEXO A – Conteúdos Programáticos de Estrutura de Dados 1 da UFRSA

Conteúdo Programático

Unidade	Tópicos e Conteúdo
I	Ponteiros: • Endereços; • Ponteiros; • Indireção de ponteiros; • O ponteiro nulo; • Compatibilidade e conversão entre ponteiros; • Aritmética de ponteiros. Alocação dinâmica: • Alocando vetores; • Alocando matrizes. Tipos estruturados: • Tipo estrutura (registro); • Definição de "novos" tipos; • Aninhamento de estruturas; • Vetores de estruturas; • Vetores de ponteiros para estruturas; • Uniões e enumerações.
II	Arquivos: • Funções para abrir e fechar arquivos; • Arquivos em modo texto; • Estruturação de dados em arquivos textos; • Arquivos em modo binário. Introdução à complexidade de algoritmos; Algoritmos de ordenação e busca: • Ordenação: - o Ordenação por inserção; - o Ordenação por intercalação; - o Ordenação bolha; - o Ordenação rápida. • Busca: - o Busca em vetor. Tipos abstratos de dados: • Módulos e compilação em separado; • Tipo abstrato de dados.
III	Listas encadeadas: • Listas encadeadas e seus algoritmos; • Implementações recursivas; • Listas circulares; • Listas duplamente encadeadas; • Listas de tipos estruturados. Pilhas: • Interface do tipo pilha; • Implementações de pilha; • Exemplo de uso: calculadora pós-fixada. Filas: • Interface do tipo fila; • Implementações de fila; • Fila dupla.

Fonte: SIGAA UFRSA (2023).

ANEXO B – Conteúdos Programáticos de Estrutura de Dados 2 da UFERSA

Conteúdo Programático

Unidade	Tópicos e Conteúdo
I	Árvores: • Árvores binárias; • Árvore binária de busca; • Árvore com número variável de filhos; • Árvores AVL.
II	Estruturas genéricas: • Lista genérica; • Uso de callbacks; • Árvore de busca genérica. Tabelas de dispersão: • Ideia central; • Função de dispersão; • Tratamento de colisão; • Tabela de dispersão dinâmica.
III	Listas de prioridade: • Representação por vetor; • Implementação da lista de prioridade; • Construção de lista de prioridade; • Algoritmo de ordenação heapsort. Grafos: • Representação; • Busca em profundidade; • Busca em amplitude; • Caminho mínimo.

Fonte: SIGAA UFERSA (2023).

ANEXO C – Conteúdos Programáticos de Estrutura de Dados da UFSC**VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

1. Recursividade.
2. Listas Ligadas: Listas simplesmente encadeadas, modos de representação (contiguidade física e encadeamento), com ou sem descritor.

1

3. Listas duplamente encadeadas, modos de representação (contiguidade física e encadeamento), com ou sem descritor.
4. Pilhas, Filas e Deques: (listas com disciplina de acesso). Modos de representação.
5. Árvores: Conceitos, tipos, representação. Árvores binárias de Busca. Percursos. Árvores balanceadas e AVL.
6. Grafos: Conceitos básicos, formas de representação.
7. Tabelas de espalhamento.

Fonte: Repositório UFSC (2023).