INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE

HALLISON DOUGLAS DA CRUZ

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE DADOS POR MEIO DA CULTURA MAKER

IPANGUAÇU

2026

HALLISON DOUGLAS DA CRUZ

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE DADOS POR MEIO DA CULTURA MAKER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Licenciatura em informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Informática.

Orientador: Rafael Castro de Souza
.

IPANGUAÇU
2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Norte – IFRN Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi

C957p Cruz, Halisson Douglas da.
Uma proposta didática para o ensino de estrutura de dados por meio da cultura maker / Halisson Douglas da Cruz. – 2026.
45 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Informática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Ipanguaçu, 2026.
Orientador: Rafael Castro de Souza.

1. Cultura Maker. 2. Estrutura de dados. 3. Metodologias Ativas. 4. Tecnologias Educacionais. I. Souza, Rafael Castro de. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 004.42:37.02

Elaborada pela bibliotecária
Dayse Alves dos Santos – CRB 15 – 728

HALLISON DOUGLAS DA CRUZ

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ESTRUTURA DE DADOS POR MEIO DA CULTURA MAKER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Licenciatura em informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Informática.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 14/07/2026 pela seguinte Banca Examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
RAFAEL CASTRO DE SOUZA
Data: 17/08/2026 18:42:56-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Rafael Castro de Souza, Me. - Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

gov.br Documento assinado digitalmente
PAULO ORLANDO VIEIRA DE QUEIROZ SOUSA
Data: 15/08/2026 10:50:32-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Paulo Orlando Vieira de Queiroz Sousa, Dr. - Examinador Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

gov.br Documento assinado digitalmente
JEFFERSON IGOR DUARTE SILVA
Data: 15/08/2026 11:17:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Jefferson Igor Duarte Silva, Me. - Examinador Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho à memória da minha avó, Luiza, à minha mãe, Sandra, à minha esposa, Érica, minha eterna gratidão.

"O aprendizado acontece melhor quando as pessoas estão engajadas na construção de um produto significativo."

Seymour Papert

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, sabedoria e perseverança concedidas ao longo de toda essa jornada, permitindo-me superar desafios e chegar até a conclusão desta importante etapa da minha vida acadêmica.

Dedico este trabalho à memória da minha avó, Luiza, que sempre me incentivou a buscar o conhecimento e a persistir nos estudos.

À minha mãe, Francisca Sandra, expresso minha mais profunda gratidão por todo o amor, cuidado e apoio incondicional, por nunca medir esforços para me ver crescer e por sempre acreditar no meu potencial, sendo meu maior exemplo de dedicação e força.

À minha esposa, Érica Daiane, agradeço pelo amor, companheirismo, compreensão e incentivo constantes, especialmente nos momentos mais difíceis, sendo um apoio indispensável para que eu pudesse seguir firme até a conclusão deste trabalho.

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) – Campus Ipanguaçu, agradeço pela oportunidade de acesso a uma educação de qualidade, pela estrutura oferecida e por proporcionar um ambiente que contribuiu significativamente para o meu desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal.

Ao meu professor orientador, Rafael Castro, deixo meu sincero reconhecimento pela orientação atenciosa, paciência, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo deste trabalho, fundamentais para a sua realização e para o meu crescimento como estudante.

Aos professores Paulo e Samuray, registro minha gratidão pela dedicação, ensinamentos e contribuições para minha formação acadêmica.

Estendo também minha gratidão a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória, que com dedicação, compromisso e paixão pelo ensino contribuíram de maneira essencial para a construção do meu conhecimento e formação.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa caminhada, oferecendo apoio, palavras de incentivo ou contribuindo de alguma forma para que este objetivo fosse alcançado, o meu mais sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

Este estudo propõe uma abordagem didática inovadora para o ensino de Estruturas de Dados, utilizando os preceitos da Cultura *Maker* como estratégia de engajamento e construção de conhecimento. O ensino dessa disciplina na área de Computação enfrenta desafios históricos devido ao alto grau de abstração dos conceitos, o que frequentemente resulta em desmotivação e dificuldades de aprendizado no modelo tradicional de ensino, excessivamente teórico. A pesquisa fundamenta-se na premissa de que a criação de artefatos tangíveis facilita a compreensão de estruturas lógicas complexas, permitindo que o estudante visualize e manipule conceitos abstratos. A metodologia adotada caracteriza-se como uma pesquisa de cunho propositivo, de natureza aplicada e objetivo exploratório, delineando assim uma proposta pedagógica que integra práticas de prototipagem e o uso de materiais diversos para a representação física de pilhas e filas. Os resultados teóricos e práticos indicam que a transposição do abstrato para o concreto, mediada pelo "fazer", não apenas consolida o domínio técnico das estruturas de dados, mas também fomenta o desenvolvimento de competências transversais indispensáveis ao profissional contemporâneo, tais como o pensamento crítico, a colaboração e a capacidade de resolução de problemas complexos. Conclui-se que a inserção da Cultura *Maker* no currículo acadêmico atua como um catalisador para uma aprendizagem significativa, tornando o processo educativo mais acessível, motivador e alinhado às demandas reais do mercado de tecnologia.

Palavras-chave: Cultura Maker, Estrutura de Dados, Metodologias Ativas, Aprendizagem Prática, Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT

This study proposes an innovative didactic approach to the teaching of Data Structures, using the precepts of *Maker* Culture as a strategy for engagement and knowledge construction. The teaching of this discipline in the field of Computing faces historical challenges due to the high degree of abstraction of the concepts, which frequently results in student demotivation and learning difficulties within the traditional learning, excessively theoretical model. The research is based on the premise that the creation of tangible artifacts facilitates the understanding of complex logical structures, allowing the student to visualize and manipulate abstract concepts. The adopted methodology is characterized as a proposal-oriented study, of an applied nature and exploratory objective, thus outlining a pedagogical proposal that integrates prototyping practices and the use of diverse materials for the physical representation of stacks and queues. The theoretical and practical results indicate that the transposition from the abstract to the concrete, mediated by "doing," not only consolidates the technical mastery of data structures but also fosters the development of essential transversal skills for contemporary professionals, such as critical thinking, collaboration, and the ability to solve complex problems. It is concluded that the insertion of *Maker* Culture into the academic curriculum acts as a catalyst for meaningful learning, making the educational process more accessible, motivating, and aligned with the real demands of the technology market.

Keywords: Maker Culture, Data Structures, Active Methodologies, Hands-on Learning, Educational Technologies.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	**9**
1.1	Contextualização……..	**9**
1.2	Problemática…….	**11**
1.3	Justificativa……...	**12**
1.4	Objetivos……...	**13**
2	REVISÃO DE LITERATURA…….	**14**
2.1	Estrutura de Dados…….	**14**
2.2	Cultura Maker……	**16**
2.3	Dificuldades no ensino de Programação……	**18**
2.4	Aprendizagem Ativa.....	**20**
2.5	Metodologia Maker para ensino de programação…….……...	**23**
3	METODOLOGIA……	**26**
3.1	Criação dos materiais…….……	**28**
3.2	Aula com materiais e um código em C	**30**
4	RESULTADOS …….……	**35**
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS……	**40**
	REFERÊNCIAS	**41**

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Na programação, uma das disciplinas de maior importância para um profissional de computação é a disciplina de Estrutura de Dados. Nessa disciplina são ensinadas estruturas abstratas de dados para a organização, manipulação e gerenciamento eficaz de dados nos sistemas computacionais. De acordo com Garcia *et al.* (2008), o domínio dos conceitos de algoritmos e estruturas de dados é essencial para o desenvolvimento de soluções computacionais eficazes, capacitando os alunos a aplicar o raciocínio lógico e crítico na resolução de problemas complexos do mundo real.

Portanto, na medida em que a sociedade atual se torna mais orientada por dados, cresce também a necessidade de profissionais capazes de tratar com grandes volumes de informação de forma estratégica e otimizada. Assim, em um mundo cada vez mais tecnológico, compreender como uma estrutura e manipular informações de maneira eficaz se torna um saber indispensável para compreender como os dados são usados e organizados.

É nesse sentido que Galvão (2025), a contínua adequação às transformações tecnológicas, sociais e de mercado tem transformado a capacitação corporativa. A autora destaca que a inovação na aprendizagem organizacional vai além da simples adoção de novas tecnologias, exigindo a reconstrução das práticas educacionais para que se tornem mais flexíveis, dinâmicas e integradas à rotina das empresas.

Entretanto, o ensino de Estruturas de Dados ainda é, em muitos casos, baseado em metodologias tradicionais centradas na exposição teórica e na repetição de exercícios. Essa abordagem, embora importante para a consolidação de fundamentos, nem sempre estimula o engajamento dos alunos, tampouco favorece a aplicação prática do conhecimento em situações concretas. Considerando os desafios no contexto da educação no século atual, que demandam habilidades como pensamento crítico, criatividade, colaboração e resolução de problemas reais, torna-se necessário repensar as metodologias adotadas no ensino de computação. Assim, como aponta Santos (2025, p.36-37):

> “Quanto às metodologias tradicionais, não se preocupava como seria passado o conteúdo, o professor em frente a sua turma ministrava sua matéria independente do público-alvo, ele tinha um método a ser seguido e sempre passava as informações da mesma maneira e sequência, poucas vezes se atualizava e mudava sua metodologia.”

Nesse contexto, a metodologia *Maker*, vinculada ao conceito de "faça você mesmo", emerge como uma abordagem educacional promissora. Essa proposta pedagógica tem ganhado destaque nos últimos anos por valorizar a prática, o protagonismo do estudante e a resolução criativa de problemas por meio da experimentação. Segundo Neto *et al.* (2024), a cultura *Maker* incentiva os estudantes a assumirem um papel ativo em seu processo de aprendizagem, promovendo o desenvolvimento de competências como autonomia, pensamento lógico, inovação e espírito colaborativo.

Desse modo, a cultura *Maker* baseia-se na construção de protótipos, dispositivos eletrônicos e soluções práticas que envolvem o uso de tecnologias acessíveis. Assim, ao adotar essa abordagem no ensino de Estruturas de Dados, é possível transformar conceitos abstratos em experiências concretas, tangíveis e interativas. Dessa forma, o estudante não apenas compreende melhor os conteúdos, como também se sente mais motivado e engajado no processo de aprendizagem, vivenciando na prática o impacto e a utilidade do que está aprendendo. Desta forma Neto *et al*. (2024, p.108) destaca:

> “No cerne da cultura maker está a ideia de que todos têm habilidades e potencial para projetar, prototipar e fabricar objetos tangíveis, explorando diversas áreas como eletrônica, programação, artesanato, design, impressão 3D, marcenaria, entre outras.”

Dado o exposto, propomos neste trabalho uma abordagem para o ensino da disciplina de Estruturas de Dados por meio da criação de projetos práticos inspirados na cultura *Maker*, utilizando protótipos físicos e dispositivos tecnológicos como ferramenta pedagógica. Com essa estratégia, o aprendizado sobre temas como listas, pilhas, filas, árvores, grafos e algoritmos de ordenação se torna mais acessível, contextualizado e significativo. Além disso, a prática contribui para o desenvolvimento de habilidades técnicas, como lógica de programação e eletrônica básica, bem como habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe, gestão de tempo, resiliência e comunicação.

Contudo, a aplicação da cultura *Maker* na educação não se restringe apenas ao aprendizado técnico. Ela também promove a interdisciplinaridade, integrando áreas como matemática, física, *design*, artes e engenharia, ampliando a visão do estudante sobre a aplicação dos conteúdos. Segundo Neto *et al*. (2024), essa abordagem estimula a participação ativa dos

alunos, democratiza o acesso aos recursos educacionais e promove a cultura do fazer, capacitando os estudantes a criar soluções eficientes, sustentáveis e socialmente relevantes.

Portanto, adotar a cultura *Maker* no ensino de Estruturas de Dados representa um avanço metodológico significativo alinhado às necessidades educacionais e tecnológicas da atualidade. Ao unir teoria e prática, essa abordagem favorece a aprendizagem significativa, a criatividade e a inovação, preparando os alunos para um mercado de trabalho em constante transformação e para os desafios de uma sociedade cada vez mais baseada em dados e tecnologia.

1.2 PROBLEMÁTICA

Apesar de ser uma disciplina essencial para o estudo de programação, a disciplina de Estrutura de Dados enfrenta desafios no ensino tradicional, com ênfase excessiva na teoria e pouca prática, o que dificulta a compreensão profunda dos alunos sobre seu funcionamento e aplicação. Essa abordagem abstrata dificulta a conexão com o cotidiano dos estudantes, contribuindo para o baixo engajamento, dificuldades de aprendizagem e evasão nas disciplinas de computação.Segundo Santana *et al.* (2010, p.2) as disciplinas de algoritmos e estruturas de dados exigem elevado raciocínio lógico por envolverem conceitos abstratos e pouco familiares para estudantes iniciantes. Essa complexidade inicial gera barreiras na aprendizagem, configurando-se como um dos principais fatores que levam à retenção e ao abandono nos cursos da área de tecnologia.

Portanto, a falta de prática e a dificuldade de abstração tornam o aprendizado desafiador, especialmente em um contexto em que esses conceitos não são abordados adequadamente nas fases iniciais do ensino fundamental e médio. Assim, como pensa Alves e Costa (2004), compreender o conceito e o desenvolvimento de algoritmos é uma das principais dificuldades enfrentadas por alunos de cursos na área de Computação. Aqueles que possuem lacunas de aprendizado oriundas do ensino fundamental e médio costumam encontrar grandes obstáculos na assimilação de conceitos básicos de programação de computadores.

Como apontado por Ferreira *et al.* (2015), muitos cursos se tornam "engessados" devido à ênfase excessiva na teoria e à falta de oportunidades para a aplicação prática dos conceitos aprendidos. Isso dificulta não apenas a compreensão dos alunos, mas também a retenção de conhecimento a longo prazo, levando ao desinteresse, à desmotivação e, muitas vezes, ao abandono da disciplina. Essa realidade é exacerbada pela falta de infraestrutura adequada em muitas instituições de ensino, que não têm acesso a tecnologias e ferramentas que poderiam facilitar o aprendizado de forma mais prática e interativa.

Concluindo, a problemática central deste trabalho que colocamos é:

- *Como tornar o ensino de estruturas de dados mais acessível, prático e motivador para os alunos, superando a ênfase excessiva na teoria e a desconexão entre conhecimento acadêmico e aplicação prática, de modo a melhorar a aprendizagem dos conceitos fundamentais dessa disciplina?*

1.3 JUSTIFICATIVA

O ensino de Estruturas de Dados é essencial para formar profissionais na área de tecnologia, pois são fundamentais para o desenvolvimento de algoritmos eficientes e soluções computacionais eficazes. No entanto, a dificuldade de ensinar conceitos abstratos de estruturas de dados é um desafio significativo no contexto educacional atual.

Esses conceitos são fundamentais para a formação de profissionais na área de computação e, frequentemente, são abordados de maneira teórica e distante da realidade dos alunos, o que dificulta sua compreensão e aplicação prática. Segundo Santos e Costa (2005), esse cenário pode ser um dos fatores que contribuem para a evasão ou reprovação nos cursos de computação, uma vez que muitos alunos não conseguem visualizar a aplicação prática dos conceitos estudados. Portanto, a abordagem tradicional de ensino, focada em aulas expositivas e exercícios algorítmicos, muitas vezes não engaja os alunos nem promove uma aprendizagem significativa.

Assim, esse projeto propõe integrar a metodologia *Maker* no ensino de Estruturas de Dados, oferecendo uma abordagem inovadora e prática. Então, para adotar uma metodologia colaborativa, os alunos se tornam protagonistas ao criar, testar e modificar projetos, aplicando os conceitos estudados em situações reais, como sistemas de inventário e otimização de processos. Essa abordagem valoriza a experimentação e proporciona uma aprendizagem mais envolvente e eficaz, incentivando os estudantes a assumirem o controle de seu aprendizado (Neto *et al.*, 2024).

Além disso, essa abordagem desenvolve habilidades essenciais para o mercado de trabalho, tais como a criatividade, a colaboração, a resolução de problemas e pensamento crítico, que são cada vez mais valorizadas em áreas tecnológicas. Logo, para promover o trabalho em equipe e a experimentação prática, a metodologia *Maker* também fortalece competências interpessoais e melhora a retenção do conhecimento, favorecendo um aprendizado colaborativo e criativo (Magennis; Farrell, 2005).

Por fim, a adoção da cultura *Maker* no ensino de estruturas de dados torna o aprendizado mais acessível e relevante, integrando teoria e prática. Isso facilita a compreensão de conceitos abstratos, prepara os alunos para desafios tecnológicos futuros e oferece uma experiência de aprendizado dinâmica e eficaz.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver nos alunos uma compreensão profunda dos conceitos fundamentais de estruturas de dados, por meio de uma abordagem inovadora baseada na cultura *Maker*, utilizando modelos físicos e exemplos práticos para ilustrar a interação entre diferentes tipos de dados. O objetivo é fornecer uma base sólida que os capacite a enfrentar os desafios da computação moderna e a implementar soluções eficientes.

Para o cumprimento do objetivo proposta, far-se-á necessário a realização dos seguintes objetivos específicos:

- Estimular a criatividade e o pensamento crítico dos alunos por meio de atividades práticas e interativas;
- Aplicar a cultura *Maker* como estratégia pedagógica para facilitar a visualização e o entendimento das estruturas de dados;
- Desenvolver habilidades analíticas ao explorar diferentes abordagens para a implementação e uso de estruturas de dados;
- Capacitar os alunos com conhecimentos práticos e teóricos relevantes para o mercado de trabalho na área de tecnologia da informação;
- Incentivar a reflexão sobre as aplicações reais das estruturas de dados em cenários diversos da computação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTRUTURA DE DADOS

Estrutura de Dados é uma das disciplinas essenciais para o ensino de programação, essa estuda a forma de organizar e armazenar dados de maneira mais eficiente. De acordo com Balieiro (2015), a Estrutura de Dados visa representar as relações lógicas entre os dados de maneira coerente, facilitando seu processamento e armazenamento pelo computador. Assim, como é ressaltado por Souza *et al.* (2022, p.77):

> "Estrutura de Dados (ED) é uma área que envolve a programação de computadores para a organização e manipulação eficiente de dados, abstraídos de problemas encontrados no mundo real. O ensino de ED é, em geral, apresentado em uma disciplina no início do curso de Computação, exigindo o desenvolvimento de conhecimentos teóricos e práticos sobre algumas das estruturas existentes na literatura".

Assim, as estruturas de dados desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de *software*, pois permitem criar programas que representam de forma mais clara e eficiente os dados relacionados a problemas reais (Balieiro, 2015). Dessa forma, as Estruturas de Dados são essenciais para criar programas eficientes e bem organizados. Elas otimizam o armazenamento e melhoram o desempenho, tornando a solução de problemas mais clara e eficaz. Dessa forma, Cortés (2015, p.28) ressalta :

> "A escolha por uma estrutura de dados é determinante na qualidade e esforço requerido para o desenvolvimento da solução. As estruturas de dados e algoritmos são escolhidos com base em critérios diversos, tais como desempenho, restrições de plataforma de hardware e software, capacidade do equipamento, volume de dados, etc".

Desse modo, temos exemplos comuns de estruturas de dados que incluem listas, pilhas, filas, árvores e grafos e podem ser divididas em dois tipos: lineares e não lineares. As estruturas lineares são aquelas em que os elementos são organizados e manipulados em uma sequência ordenada, onde, a partir de um determinado item, existe um próximo item na sequência. Já as estruturas não lineares (ou hierárquicas) permitem que cada elemento tenha múltiplos outros elementos relacionados, não seguindo uma sequência única (Aguilar, 2008).

Entretanto, seu ensino pode ser desafiador, pois o "... ensino de Estrutura de Dados (ED), por si só, em cursos de computação já tradicionalmente apresenta desafios relacionados à compreensão do conteúdo" conforme afirma Souza *et al.* (2022, p.77) devido à sua abstração e à necessidade de compreender conceitos matemáticos e lógicos complexos. Assim, de acordo com Júnior *et al.* (2015), diversos fatores podem influenciar no aprendizado de programação, como o conhecimento prévio de algoritmos, as dificuldades em compreender e interpretar problemas, a compreensão da lógica de programação e as dificuldades gerais de aprendizado, conforme apresentado nas Unidades de Aprendizagem.

Além disso, muitos alunos têm dificuldades em visualizar como as estruturas funcionam na prática, especialmente em relação à manipulação de ponteiros e referências em estruturas como listas ou árvores. Ademais, a escolha de qual estrutura utilizar em diferentes

cenários exige compreensão profunda do problema a ser resolvido, o que pode ser difícil para iniciantes. A complexidade de alguns algoritmos associados a essas estruturas, como a busca binária ou a ordenação, também pode ser um obstáculo para os alunos. Isso acontece porque muitos alunos não possuem familiaridade com a disciplina de algoritmos, o que torna desafiadora a introdução aos conceitos iniciais. Isso destaca a importância de adotar abordagens motivacionais para auxiliar os estudantes a terem um melhor desempenho na matéria (Júnior *et al*. 2015).

Além disso, é importante considerar, no ensino de Estruturas de Dados, a necessidade de prática constante. A teoria por si só pode não ser suficiente para solidificar o entendimento; por isso, a implementação prática dessas estruturas em projetos e problemas reais é fundamental para reforçar o aprendizado. Assim, como aponta Santos *et al.* (2015), a utilização de exercícios práticos após a explicação dos conceitos teóricos nas aulas tem um papel motivacional importante, contribuindo para um aumento significativo no interesse dos alunos pelo conteúdo.

Portanto, o modelo tradicional de ensino à luz das teorias pedagógicas contemporâneas não têm obtido bons resultados, de acordo com Souza *et al.* (2022, p.79), sendo que o referido autor afirma que o uso do tal modelo “ apresenta um alto índice de desistência e reprovação”. É com base no exposto que consideramos que o uso excessivo de teoria, sem a prática associada ao cotidiano dos alunos faz com que o conteúdo seja pouco compreendido pelos mesmos. Sendo assim, a busca por uma nova metodologia de ensino para melhor compreensão do conteúdo, assim metodologias novas como a *maker* se apresenta como ótimas alternativas para o sucesso do ensino de estrutura de dados.

Dado o exposto, é inegável que o assunto das estruturas de dados são essenciais para a programação, mas seu ensino pode ser desafiador devido à complexidade dos conceitos e algoritmos. Para superar essas dificuldades, é importante combinar teoria com prática, utilizando abordagens motivacionais que despertem o interesse dos alunos. A prática constante, como sugerem os autores, é fundamental para consolidar o aprendizado e facilitar a compreensão dos conceitos, tornando o ensino mais eficaz e estimulante.

2.2 CULTURA MAKER

A cultura Maker é um movimento que valoriza o "faça você mesmo" (DIY), estimulando a criatividade e a inovação por meio de práticas manuais e o uso de tecnologias acessíveis. Ao promover a construção ativa do conhecimento, favorece o protagonismo, a colaboração e o compartilhamento de saberes.

Assim, esse movimento destaca-se por incentivar a criatividade, a inovação e a aprendizagem por meio da prática. Esse movimento valoriza a experimentação e a construção de objetos, colocando o indivíduo como protagonista do processo criativo. Nesse sentido, Duque *et al.* (2023, p. 7) afirmam:

> "A cultura maker é um movimento que conquistou uma grande popularidade nos últimos anos. É uma filosofia que promove a criatividade, a inovação e a experimentação por meio da fabricação e construção de objetos com as próprias mãos".

Dougherty (2013, p.7), por sua vez, descreve o movimento da seguinte forma:

> "O Movimento Maker é impulsionado pela introdução de novas tecnologias, como a impressão 3D e o microcontrolador Arduino; por novas oportunidades criadas por ferramentas de prototipagem e fabricação mais rápidas, bem como pelo fornecimento mais fácil de peças e distribuição direta de produtos físicos online; e a crescente participação de todos os tipos de pessoas em comunidades interconectadas, definidas por interesses e habilidades on-line, bem como por esforços hiperlocais para convocar aqueles que compartilham objetivos comuns".

Desse modo, o principal objetivo da cultura *Maker* é proporcionar a prática e a experimentação, permitindo que os indivíduos trabalhem em soluções por meio da criação, modificação ou construção de objetos (Martins; Oliveira; Paula, 2019).

Portanto, ela valoriza a experimentação, o aprendizado prático e o desenvolvimento de habilidades técnicas e criativas, frequentemente utilizando recursos como impressoras 3D, eletrônica, programação e marcenaria. De acordo com Martins e Paula (2019), a utilização desse tipo de material, juntamente com uma abordagem Maker, pode ser aplicada tanto do ponto de vista pedagógico quanto em relação à sua implementação no contexto educacional. Assim como aponta Oliveira *et al.* (2024, p. 5-6):

> No cerne da cultura maker está a ideia de capacitar as pessoas a se tornarem criadoras ativas em vez de meros consumidores. Isso é alcançado através do acesso democratizado a tecnologias, ferramentas e materiais, que permitem que indivíduos de todas as idades e origens explorem suas ideias e desenvolvam projetos de maneira prática e acessível. (Oliveira *et al.*, 2024, p. 5-6).

Desse modo, no contexto educacional, ela oferece diversas potencialidades. Ela proporciona um aprendizado ativo, no qual os alunos não são apenas receptores de informações, mas também criadores de soluções e protótipos. Desse modo, o aluno assume o papel de protagonista em seu ambiente de aprendizagem, produzindo seu próprio material didático de

maneira descentralizada e colaborando com os colegas na resolução dos problemas apresentados (Martins; Oliveira; Paula, 2019). Nesse sentido, Oliveira *et al*. (2024, p. 7) considera que:

> "A introdução da cultura maker nas escolas tem sido uma mudança transformadora no panorama educacional, proporcionando aos alunos oportunidades únicas de aprendizado prático, criativo e de cooperação entre os pares. A cultura maker na educação não se limita apenas a ensinar habilidades técnicas, mas também promove o desenvolvimento de competências essenciais para a formação dos futuros profissionais e cidadãos".

Além disso, desenvolve habilidades essenciais, como criatividade, inovação e resolução de problemas, ao mesmo tempo que promove o trabalho colaborativo e a comunicação entre os alunos. Segundo Martins e Paula (2019), a relevância do espaço *Maker* para a educação está no fato de que ele favorece a aprendizagem ativa e colaborativa, estimula a criatividade e a inovação, além de desenvolver habilidades essenciais para o século XXI.

Portanto, essa abordagem permite a integração de diferentes disciplinas, como matemática, ciência, arte e tecnologia, de forma prática e contextualizada, o que facilita a compreensão e a aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Em relação ao modelo tradicional de ensino, a cultura *Maker* traz alguns diferenciais significativos. Ao contrário da abordagem predominantemente teórica do ensino tradicional, o modelo *Maker* enfatiza a prática e a experimentação, permitindo que os alunos aprendam por meio da criação de projetos reais. Assim como define Hatch (2013) que uma revolução está em andamento, mas não se trata de substituir as antigas práticas. O objetivo é construir, criar e dar vida a novas ideias inovadoras.

Esse foco no aprendizado baseado em projetos torna o ensino mais dinâmico e orientado para a resolução de problemas concretos, o que aumenta a motivação dos alunos. Além disso, o ensino Maker promove a personalização do aprendizado, permitindo que os alunos escolham projetos que correspondam aos seus interesses e explorem suas próprias ideias. Ao invés de depender exclusivamente do professor, os alunos têm a oportunidade de desenvolver autonomia e tomar decisões durante o processo de aprendizagem, e é nessa linha de raciocínio que Oliveira *et al.* (2024, p. 8) acrescenta:

> "Um dos principais benefícios da cultura maker nas escolas é seu potencial de engajar os alunos de maneira significativa. Em vez de absorver informações passivamente, os alunos se tornam participantes ativos em seu próprio processo de aprendizado,

> desenvolvendo um senso de propriedade e motivação. Além disso, a cultura maker promove a aprendizagem interdisciplinar ao integrar múltiplos conceitos de diversas áreas do conhecimento. Os projetos maker frequentemente combinam habilidades de diferentes disciplinas, incentivando os alunos a fazerem conexões entre diversas esferas do saber e a aplicar seus aprendizados de forma prática e contextualizada".

Concluindo, nessa abordagem se faz fundamental que para além de transmitir o conteúdo, se aborde também a conscientização social, pois isso permite que o professor ajude os alunos a se tornarem cidadãos engajados, buscando maneiras de melhorar sua comunidade ou até mesmo além dela. Projetos de aprendizado que envolvem a pesquisa de problemas e a criação de soluções para os outros são uma excelente forma de promover um impacto positivo (Silva, 2020).

2.3 DIFICULDADES NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

O ensino de programação se tornou uma habilidade essencial no contexto educacional atual, dada a crescente importância da tecnologia em todos os aspectos da vida cotidiana. Programação é a base do desenvolvimento de *softwares*, aplicativos, sistemas e, de forma geral, de uma grande parte da inovação tecnológica.

Desse modo, Santos e Costa (2006) afirmam que o ensino de algoritmos está fundamentado nas Ciências Exatas, já que essas disciplinas favorecem o desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático, habilidades essenciais para a resolução de problemas. Pensando nisso, para que os alunos tenham êxito na programação tem que ter uma base forte em matérias que requerem raciocínio lógico. Como também descreve Silva e Moreira (2021, p. 2) que "convém salientar que o estudo dessas disciplinas é uma tarefa complexa, pois requer dos estudantes compreensão de problemas, raciocínio lógico e outros conhecimentos matemáticos. Logo, esses aspectos podem contribuir para os altos índices de reprovações".

Sendo assim, ensinar programação não é uma tarefa simples, pois os estudantes se deparam com muita complexidade no início, sendo muitos deles estudantes de escola pública onde enfrentam à falta de recursos adequados, formação insuficiente dos professores e limitações no acesso a materiais. Como ressalta Junior *et al*. (2015, p. 6):

> "Dada a devida importância dessa disciplina, observa-se de forma bastante significativa que ela constitui grande "divisor de águas" nos cursos de Computação, pois causa grande impacto no primeiro ano de formação, evidenciando de forma indireta, para quem não consegue compreender o assunto, uma grande barreira que

> impede a progressão do discente para outros períodos e não somente isso, o entendimento de disciplinas de programação que também fazem parte do currículo".

Também nesse contexto, Raabe e Silva (2005) descreve que o desdo primeiro contato dos alunos de programação a abstração que envolve o processo de aprendizagem é a dificuldade inicial, pois, a programação exige que os alunos pensem de maneira lógica e abstrata, o que é desafiador.

Desse modo, conceitos como variáveis, estruturas de controle de fluxo (como *loops* e condicionais), funções e algoritmos podem parecer distantes de situações cotidianas e, por isso, difíceis de compreender. De acordo com Sierpinska (1994), a abstração é um dos maiores obstáculos no ensino de matemática e, de maneira análoga, na programação, os alunos frequentemente encontram dificuldades em entender o significado e a utilidade desses conceitos no contexto de codificação.

Assim, a transição do raciocínio lógico e matemático para o domínio da programação pode ser um grande desafio para muitos estudantes. A programação exige habilidades de resolução de problemas, que não são desenvolvidas de forma intuitiva por todos os alunos. Papert (1980), um dos pioneiros do ensino de programação para crianças, argumenta que a programação pode ser uma excelente ferramenta para o desenvolvimento do pensamento lógico, mas o processo exige paciência e prática constante.

Assim também existe outro aspecto importante que é a falta de motivação, pois, muita das vezes surge quando os alunos não conseguem ver a aplicação prática do que estão aprendendo. A programação, por ser uma habilidade abstrata e, muitas vezes, teórica no início, pode parecer distante do cotidiano dos estudantes. O desafio é, portanto, proporcionar aos alunos atividades que mostrem a utilidade real da programação, tornando o aprendizado mais relevante. Resnick *et al.* (2009), ao desenvolverem o Scratch, um ambiente de programação visual, demonstraram a importância de contextualizar o aprendizado da programação em tarefas criativas que engajem os alunos.

Há também, a diversidade de ritmos de aprendizado é outra dificuldade significativa, Enquanto alguns estudantes podem aprender rapidamente, outros enfrentam dificuldades maiores em entender os conceitos fundamentais. Isso pode resultar em frustração, especialmente em contextos onde há uma pressão para avançar rapidamente no currículo. Robins *et al.* (2003) discutem como o ensino tradicional de programação, em muitas situações,

não leva em conta essas diferenças individuais, o que pode levar ao abandono do curso ou à desmotivação dos alunos.

Nesse sentido, metodologias ativas para o ensino de programação, como os propostos por Grover e Pea (2013), demonstram que, ao criar uma ligação entre a teoria da programação e sua aplicação em projetos reais, os alunos tendem a se engajar mais e a entender melhor os conceitos. A utilização de projetos colaborativos e a aprendizagem baseada em desafios também são formas eficazes de ensinar programação, pois permitem que os alunos aprendam no contexto da resolução de problemas reais. De acordo com Santos e Costa (2006, p. 1):

> "Com o intuito de produzir melhores resultados no processo de aprendizagem nessas áreas, faz-se constante a necessidade de atualização das didáticas de ensino de forma geral. O objetivo disso é transformar processos abstratos em concretos, através de produtos de software que possibilitem melhor compreensão dos tópicos abordados e maior interação entre aluno-objeto de trabalho (neste caso, o computador). Isso encontra sua maior barreira nos estágios iniciais dos cursos relacionados, quando do contato com o estudo de algoritmos, raciocínio lógico e programação".

Por fim, ensinar programação é um desafio complexo, mas é fundamental para preparar os alunos para o futuro digital. Superar as barreiras da abstração, motivar os alunos e lidar com a diversidade de ritmos de aprendizagem exige uma abordagem mais interativa, criativa e prática. Desse modo, o projeto tem esse objetivo, ajudar a ensinar programação com uso da metodologia *Maker*.

2.4 APRENDIZAGEM ATIVA

Na sociedade contemporânea, a evolução tecnológica está em grande destaque, pois as pessoas estão cada vez mais dependentes da tecnologia. Quando a sociedade evolui, obrigatoriamente o jeito de ensinar evolui, dito isto, metodologias tradicionais estão cada vez mais ineficazes diante de uma nova realidade.

Desse modo, aprendizagem ativa se consegue por metodologias que incorporam várias estratégias, que tem como objetivo aumentar a aprendizagem através da participação ativa dos alunos. É com base nessa perspectiva que Guido (2024, p.1) destaca:

> "A educação é uma força motriz na construção do conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e na preparação de indivíduos para um futuro que está em constante evolução. No entanto, a abordagem tradicional de ensino, caracterizada por aulas expositivas e conteúdo transmitido de forma passiva, está cada vez mais sendo desafiada por abordagens pedagógicas mais dinâmicas e envolventes. Nesse contexto,

> as metodologias ativas emergem como uma resposta eficaz e transformadora para atender às demandas da aprendizagem do século XXI".

Nesse sentido, as teorias pedagógicas contemporâneas propõem uma adoção de maior uso de novas alternativas de no ato de ensinar, pois para um ensino mais completo, deve-se também optar por métodos mais completos. Abordagens inovadoras favorecem a participação dos estudantes e contribuem para o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico.

Assim, uma metodologia que produz uma aprendizagem ativa que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, incentivando sua participação em atividades que estimulam a reflexão, investigação e resolução de problemas. Desse modo, em vez de apenas receber informações, o estudante se torna mais engajado e participativo.

Silva (2024) destaca a importância de ir além da transmissão de conteúdos, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente. Já Guildo (2024. p.2-3), por sua vez, afirma que:

> "As metodologias ativas são uma abordagem pedagógica que se destaca por sua ênfase na participação ativa dos alunos no processo de aprendizado. O conceito central que as define é a mudança do papel tradicional do professor, que atua como detentor e transmissor do conhecimento, para um facilitador do aprendizado, em que o aluno é colocado no centro da experiência educacional. Esse paradigma implica a construção ativa do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais fundamentais".

Desse modo, essas metodologias definem um novo papel para o professor. Estes em uma metodologia tradicional agem como detentor de todo o conhecimento e isso só é repassado para seus alunos, nessa metodologia não consegui uma aprendizagem mais ativa. Então o papel do professor, nas metodologias ativas o professor passa a ser um mediador do conhecimento que o aluno irá aprender, incentivando assim que o aluno seja protagonista principal do seu conhecimento.

Para Prince (2004), a aprendizagem ativa pode ser caracterizada por atividades como discussões em grupo, resolução de problemas, projetos, simulações, estudos de caso e outras tarefas que exigem a participação direta dos alunos. Sendo assim, eficaz para desenvolver habilidades essenciais, como pensamento crítico, criatividade e colaboração, ao envolver os alunos em atividades práticas, tornando-os protagonistas no seu aprendizado e preparando-os para desafios reais. Assim, como benefício Guido (2024, p.8) descreve da seguinte maneira:

> "As metodologias ativas na educação oferecem uma série de benefícios que têm um impacto significativo na experiência de aprendizado dos alunos. Entre esses benefícios, um dos mais notáveis é o aumento da motivação dos estudantes. Quando os alunos participam ativamente de atividades desafiadoras e relevantes, seu envolvimento e interesse aumentam. Eles se tornam mais engajados no processo de aprendizado, buscando ativamente conhecimento e investindo tempo e esforço em seu desenvolvimento".

Nesse contexto, Dewey (1978), destaca que o principal ponto de conexão com a aprendizagem ativa é a valorização do envolvimento do aluno nas atividades. Para isso, não deve haver uma separação entre a vida e a educação, o que significa que a escola precisa oferecer experiências que se integrem à realidade do estudante, com conteúdo que se relacionem ao seu contexto cotidiano. Desse modo, a educação deve estar conectada à realidade dos alunos, permitindo que eles participem ativamente das atividades. Sendo assim, a escola deve refletir a vida cotidiana dos estudantes, com conteúdo que tenha relação com o seu contexto. Isso torna o aprendizado mais relevante e significativo.

Assim, o ensino não é a origem do aprendizado, mas sim a ação do indivíduo. Em outras palavras, a construção do conhecimento acontece por meio da própria ação de quem aprende. Isso se assemelha à aprendizagem ativa, pois coloca o aluno como protagonista de seu aprendizado, interagindo com o contexto, os recursos e as pessoas ao seu redor (Piaget, 1985). Sendo assim, o estudante participa ativamente na construção do seu próprio conhecimento. Como descreve Guarizzo *et al*. (2024, p.14):

> "O impacto das metodologias ativas na educação é significativo no que se refere à motivação dos estudantes, ao desempenho acadêmico e ao desenvolvimento de habilidades essenciais. A implementação dessas metodologias transforma o ambiente de aprendizagem, promovendo maior engajamento e participação ativa dos alunos".

Concluindo, a aprendizagem ativa coloca o aluno como protagonista do seu aprendizado, incentivando a participação em atividades práticas que estimulam reflexão, resolução de problemas e colaboração. Essa abordagem, defendida por autores como Dewey, Piaget e Prince, conecta o aprendizado à realidade dos alunos, tornando-o mais relevante e significativo. Ao engajar os estudantes em atividades práticas, a aprendizagem ativa desenvolve habilidades essenciais como pensamento crítico e criatividade, preparando-os para os desafios do mundo real.

2.5 METODOLOGIA MAKER PARA ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

O ensino de programação é uma tarefa desafiadora, especialmente porque exige o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como o pensamento lógico, a resolução de problemas e a abstração. Como destaca Arantes *et al.* (2020, p. 3):

> "Quanto à programação, esta é muitas vezes vista como complexa e que exige do indivíduo um alto nível de abstração, o que na maioria das vezes não está presente em grande parte dos alunos iniciantes, sendo necessária a criação de um ambiente propício e mais diversificado com o intuito de motivar o aluno a aprender. Ainda assim, pode se afirmar que essa capacidade de abstração seja fundamental para o processo de aprendizagem de programação, particularmente no que se refere a compreensão de problemas e a proposta de solução destes".

Sabendo disso, vê-se que muitos alunos enfrentam dificuldades ao lidar com linguagens formais, algoritmos e erros de sintaxe, o que pode gerar frustração. Esse cenário evidencia impactos também no ensino de programação, onde as dificuldades se tornam ainda mais perceptíveis. Barros (2022, p. 6) relata que:

> "Disciplinas que envolvem lógica de programação apresentam um alto grau de reprovação e dificuldade por parte dos alunos no processo de aprendizagem, bem como desafios para os professores quanto às metodologias utilizadas para apresentar os conceitos básicos".

Desse modo, para superar essas dificuldades, é necessário pensar em alternativas de ensino melhores. Pensando nisso, a metodologia Maker aparece como uma solução para resolver essas dificuldades, pois nela é enfatizada a aprendizagem prática e a criação de objetos e soluções tecnológicas. Essa abordagem tem se consolidado como uma forma inovadora de ensino em diversas áreas e, na programação, surge como uma aliada para o sucesso do aprendizado. Afinal, "o objetivo é envolver todas as áreas do conhecimento na cultura de 'colocar a mão na massa', e não apenas aquelas tradicionalmente ligadas à tecnologia" (Arantes *et al.*, 2020, p. 5).

Assim, esse tipo de metodologia tem se mostrado uma boa opção para o ensino de programação. Já que, ao contrário de métodos tradicionais de ensino, onde o aluno é um receptor passivo do conhecimento, essa metodologia coloca o estudante como protagonista no processo de aprendizagem, incentivando-o a criar, experimentar e resolver problemas de forma colaborativa. Assim, conforme Neto *et al*. (2024), afirma que o ensino tradicional está sendo

confrontado pela abordagem *Maker*, pois, ela ao contrário do ensino tradicional, incentiva o protagonismo e o pensamento crítico.

Nos dias atuais, é possível verificar que cada vez mais o espaço educacional tem estado em constante transformação, e os métodos tradicionais deixaram de responder adequadamente às necessidades de uma sociedade hiperconectada. A tecnologia expande as possibilidades de aprendizagem para além do tempo e do espaço da sala de aula, levantando questões que requerem das instituições de ensino uma atuação inovadora, ágil e voltada ao empreendedorismo (Raabe, 2018).

Pensando nisso, quando aplicamos ao ensino da programação, consideramos essa abordagem vai para além do ensino a codificação em si, pois culmina por promover também o desenvolvimento de competências essenciais, como criatividade, resolução de problemas e pensamento crítico.

Neste contexto, a ideia de que a tecnologia pode ser uma ferramenta poderosa para a aprendizagem ativa, Papert (1980) descreve sobre a noção de “construção do conhecimento” por meio de atividades práticas e interativas, nas quais os alunos não apenas aprendem sobre tecnologia, mas a utilizam como ferramenta para explorar e criar. O autor supracitado acreditava que, ao programar, as crianças se tornam "pensadoras ativas", desenvolvendo habilidades de raciocínio lógico e resolução de problemas de forma mais eficaz.

Não tão distante das considerações de Papert (1980), mas desta vez aplicado ao contexto da programação no contexto da cultura *Maker,* Resnick (2017) considera que programar é uma forma de "pensar", e a programação, no contexto do *Maker*, deve ser vista como uma ferramenta para os alunos expressarem suas ideias, resolverem problemas e explorarem suas próprias criações. Desse modo, o autor enfatiza que a programação pode ser uma atividade criativa, em que os estudantes criam jogos, animações e histórias interativas, ao invés de simplesmente escrever linhas de código de forma abstrata. Portanto, a abordagem *Maker* ajuda a transformar o aprendizado da programação em uma experiência envolvente e divertida, onde os alunos têm liberdade para explorar e criar de maneira autônoma e colaborativa.

Ademais, Vygotsky (1978), defende que a aprendizagem é mais eficaz quando ocorre dentro de um contexto social, em que o aluno interage com outros indivíduos, sejam eles professores ou colegas, no processo de construção do conhecimento. Desse modo, no contexto da cultura *Maker*, isso se traduz em atividades colaborativas e projetos de programação em

grupo, onde os alunos compartilham ideias, solucionam problemas em conjunto e aprendem uns com os outros

Portanto, com base nos teóricos supracitados, a saber Papert (1980), Resnick (2017) e Vygotsky (1978), podemos inferir que a cultura *Maker* pode transformar o ensino da programação em uma experiência envolvente e profunda por meio de atividades práticas, onde os alunos não apenas aprendem a programar, mas também desenvolvem habilidades cognitivas, criativas e sociais. Dessa forma, consideramos que o ambiente colaborativo da cultura *Maker* incentiva a troca de conhecimentos e o trabalho em equipe, reforça o aprendizado social e a construção coletiva do conhecimento.

Por fim, com base em todo o exposto, concluímos que a cultura *Maker* no ensino da programação torna a aprendizagem mais interativa e colaborativa, indo além do domínio técnico ao desenvolver criatividade, pensamento crítico e trabalho em equipe. Assim, essa abordagem integra teoria e prática, promovendo experimentação e resolução de problemas de forma dinâmica ao mesmo tempo em que prepara os alunos para os desafios do mundo digital, tornando a educação mais envolvente e alinhada às demandas contemporâneas.

3 METODOLOGIA

Este projeto tem como objetivo o ensino de Estruturas de Dados utilizando modelos físicos em 3D, criando uma conexão prática e tangível com conceitos abstratos como pilhas e filas. Para tanto, utiliza a pesquisa bibliográfica para pesquisa e justificativa do problema identificado. Segundo Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa bibliográfica consiste em uma revisão geral dos principais trabalhos já realizados, sendo fundamental fornecer dados atualizados e relevantes sobre o tema. Além disso, o estudo da literatura acadêmica pertinente auxilia na organização do trabalho, previne erros e representa uma fonte essencial de informações, podendo até direcionar questionamentos futuros. O procedimento principal envolverá uma revisão da literatura existente sobre o ensino de estruturas de dados e o uso de recursos manipulativos e físicos no processo de aprendizagem.

No tocante a abordagem da pesquisa, a mesma foi definida como quali-quanti, focando em como os alunos interagem com modelos físicos e de que forma isso influencia a sua compreensão das estruturas de dados. Martins (2004) define a pesquisa qualitativa como aquela que prioriza a análise detalhada de micro processos por meio do estudo das ações sociais, tanto individuais quanto grupais. Esse tipo de pesquisa se caracteriza pela flexibilidade na análise dos dados e exige do pesquisador um trabalho artesanal, no qual a intuição e a criatividade desempenham um papel essencial para aprofundar a investigação e garantir a liberdade intelectual.

A natureza desse projeto foi definida como sendo pesquisa do tipo aplicada, pois busca-se resolver um problema educacional real com aplicação imediata da solução construída com o objetivo de tornar o ensino de estruturas de dados mais acessível e eficiente por meio da utilização de modelos físicos por meio dos conceitos da cultura *Maker*.

De acordo com Machado (2005), o incentivo à pesquisa aplicada possibilitaria a pesquisa auto-reflexiva, essencial para avaliar o amadurecimento do próprio campo de estudo. Além disso, essa abordagem contribuiria para preencher uma lacuna que impacta negativamente a formação acadêmica, especialmente no desenvolvimento de métodos de pesquisa e metodologias de ensino.

Em relação aos objetivos, o projeto tem o caráter exploratório, já que pretende investigar a eficácia dessa abordagem. Assim como cita Theodorson (1970), que descreve o caráter exploratório como uma investigação preliminar destinada a proporcionar uma compreensão inicial do fenômeno estudado. Esse tipo de estudo permite ao pesquisador delimitar melhor seu problema, formular hipóteses com maior precisão e escolher os métodos

mais adequados para a pesquisa principal, além de identificar possíveis desafios e áreas que requerem aprofundamento.

Assim, para o ensino de estruturas de dados este projeto utilizará modelos criados no laboratório Maker que visa integrar a teoria com a prática, permitindo que os alunos manipulem modelos físicos das estruturas de dados do tipo pilhas e filas por meio do uso de materiais como blocos, peças de encaixar, realizando operações como inserção, remoção e busca de forma tangível, sendo todo material será criado pela impressora 3D que funcionam como elementos individuais das estruturas de dados, permitindo sua manipulação física pelos alunos.

A Figura 1 apresenta um exemplo do bloco modular utilizado nas atividades, projetado com encaixes que possibilitam sua organização em diferentes disposições espaciais. Estes blocos permitem simular, de forma concreta, operações como inserção, remoção e organização dos dados, facilitando a representação de estruturas como pilhas e filas.

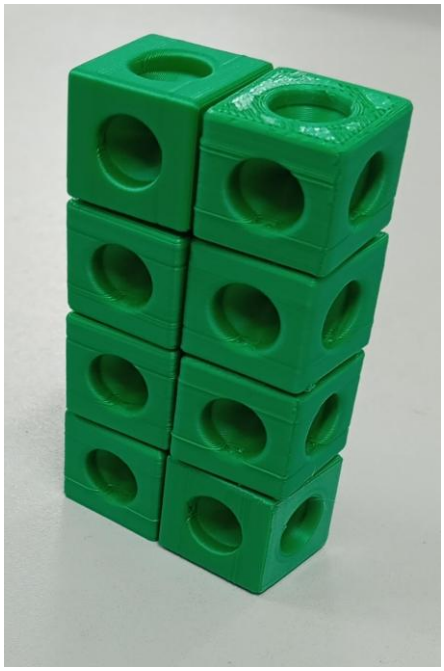
Figura 1 - Bloco modular



Fonte: Autoria própria (2025)

Conforme já citado, serão trabalhadas as estruturas de Pilha e Fila, com foco em suas características, funcionamento e operações fundamentais. A Pilha segue o princípio LIFO (*Last In, First Out*), enquanto a Fila adota o princípio FIFO (*First In, First Out*), conceitos que são visualmente explorados por meio do empilhamento e alinhamento dos blocos físicos, conforme vemos na Figura 2.

Figura 2 – Blocos empilhados



Fonte: Autoria própria (2025)

O uso desses modelos físicos facilita a compreensão dos conceitos abstratos de estruturas de dados, promovendo uma aprendizagem mais significativa ao integrar teoria e prática.

Assim, as atividades incluem demonstração do funcionamento das estruturas, simulação de operações e desafios interativos, onde os alunos visualizam e aplicam funções de inserção, remoção, busca, etc. Assim, a avaliação será prática, observando a participação e compreensão dos alunos durante as atividades. Contudo, o uso de modelos físicos proporciona uma aprendizagem mais concreta, facilitando a visualização e aplicação dos conceitos de estruturas de dados.

3.1 CRIAÇÃO DOS MATERIAIS

A criação dos materiais didáticos ocorreu no laboratório Maker, utilizando a tecnologia de impressão 3D para a produção de cubos com encaixes, que serão destinados ao ensino de Estrutura de Dados, com foco nos conceitos de pilha e fila. Assim, como é mostrado na Figura 3 abaixo:

Figura 3- Cubo



Fonte: Autoria própria (2026)

Inicialmente, realizou-se a busca por modelos tridimensionais já existentes em plataformas disponíveis na internet, onde foram encontrados no site thingiverse[1], com objetivo otimizar o processo de produção e utilizar modelos previamente desenvolvidos. Dessa forma, os cubos não foram criados do zero, mas sim baixados de repositórios online de modelos 3D, sendo posteriormente adaptados conforme as necessidades pedagógicas do projeto. Para isso, foi utilizado um computador para realizar pequenos ajustes nos modelos, incluindo adequações relacionadas ao formato, dimensões, encaixes e demais aspectos necessários para sua utilização em atividades educacionais.

Após essa etapa, os modelos tridimensionais foram preparados para impressão, mantendo dimensões padronizadas de 2 cm × 2 cm × 2 cm, de modo a garantir uniformidade durante as demonstrações práticas. Os arquivos digitais foram então exportados para um software de fatiamento (*slicer*), responsável por converter o modelo tridimensional em camadas de impressão e configurar parâmetros técnicos, como altura de camada, densidade de preenchimento, temperatura e velocidade de impressão.

A fabricação dos materiais ocorreu por meio de uma impressora 3D, como na figura 4, utilizando filamento plástico, com consumo médio de 4 gramas de filamento por cubo, totalizando aproximadamente 40 gramas de material para a produção do conjunto de peças. O processo de impressão foi realizado camada por camada até a finalização de cada unidade, sendo posteriormente efetuada a verificação da qualidade estrutural e do acabamento dos cubos produzidos.

[1] THINGIVERSE. Disponível em:Snap cube, interlocking, math, snap cubes by lgbu - Thingiverse . Acesso em: 23 abril. 2026

Figura 4 – Impressora 3D



Fonte: Criação própria (2026).

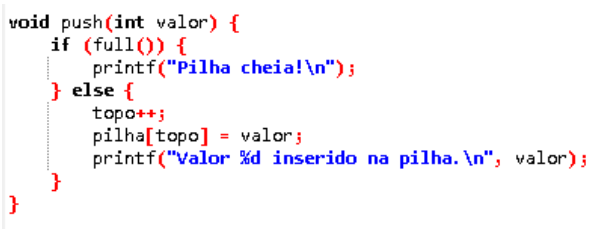
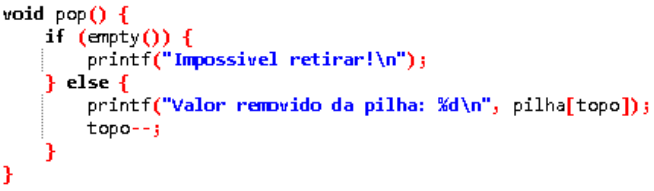
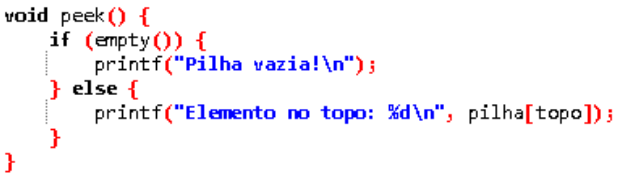
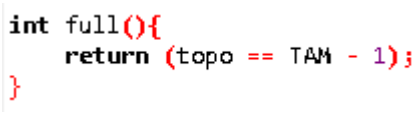
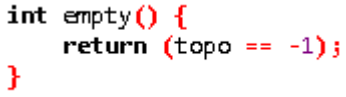
Os materiais desenvolvidos foram pensados para proporcionar uma abordagem prática no ensino das estruturas de dados. No caso da pilha, os cubos possibilitam a simulação física do princípio LIFO (*Last In, First Out*), permitindo representar as operações de inserção e remoção de elementos. Já para a fila, as peças permitem demonstrar o conceito FIFO (*First In, First Out*), facilitando a compreensão da ordem de entrada e saída dos dados. Dessa forma, a utilização dos materiais produzidos no laboratório Maker busca contribuir para um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, visual e interativo.

3.2 AULA COM MATERIAIS E UM CÓDIGO EM C

Os materiais serão acompanhados por um código mostrando o funcionamento de cada estrutura. A linguagem escolhida para a aula será C, que é a mesma utilizada pelo professor que ministra a aula de estrutura de dados.

No primeiro momento será explicado a estrutura Pilha(*Stack*). Será apresentado as funções Push(), Pop(), Peek(), full() e Empty(). Cada Função será apresentado na linguagem C como é apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Código em C e sua função.

Código em C	Função
	Essa função push() é responsável por inserir um elemento na pilha. Antes de adicionar o valor, primeiro verificar se a pilha está cheia usando full(). Se houver espaço, o topo é incrementado +1 e o valor é armazenado.
	Essa função pop() serve para remover o elemento do topo da pilha. Primeiro verifica se a pilha está vazia com empty(). Caso exista algum elemento, o valor do topo é exibido e o topo e decrementado -1, indicando que o valor foi retirado.
	Função peek() serve para ver qual é o elemento do topo da pilha. Primeiro verifica se a pilha está vazia. Caso não esteja, mostra o elemento do topo sem remove-lo.
	Essa é a função full() é usada para verifica se a pilha está cheia.
	Essa é a função empty() é usada para verifica se a pilha está vazia.

Fonte: criação própria (2026)

Logo em seguida, a estrutura será apresentada nos blocos explicando juntamente com o código, as funções serão representadas nas ações dos blocos. Desse modo, como exemplo a tabela 2 representará a função push(), onde um bloco logo em seguida será colocado em cima dos demais, logo em seguida será o método pop(), que um bloco será tirado de cima dos demais. Portanto, explicando a funcionalidade da estrutura de LIFO(Último que entra, primeiro que

sai).

Tabela 2 -- Funções Push() e Pop()

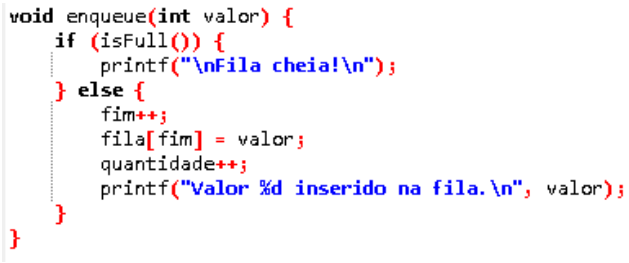
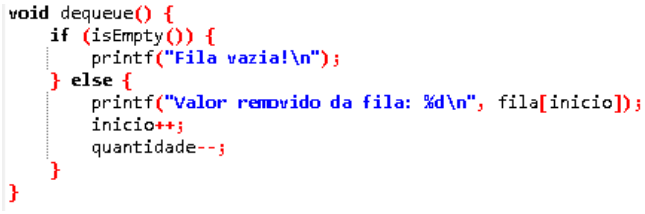
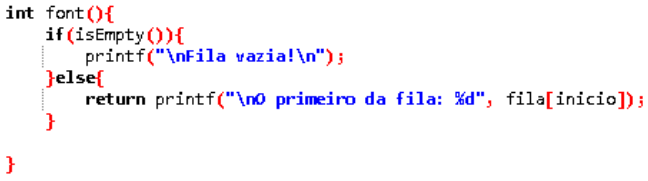
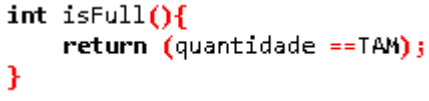
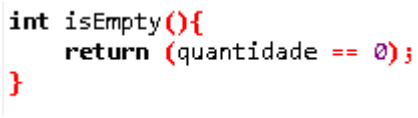


Fonte: Criação própria (2026)

No próximo momento será explicado a estrutura de Fila(QUEUE), e suas principais funções:, dequeue(), font(), istFull() e isEmpty(). Assim, como utilizado na estrutura anterior, será mostrado um código feito em C, destacando cada função. Como é representado na tabela 3.

Tabela 3 -- Código em C e Função

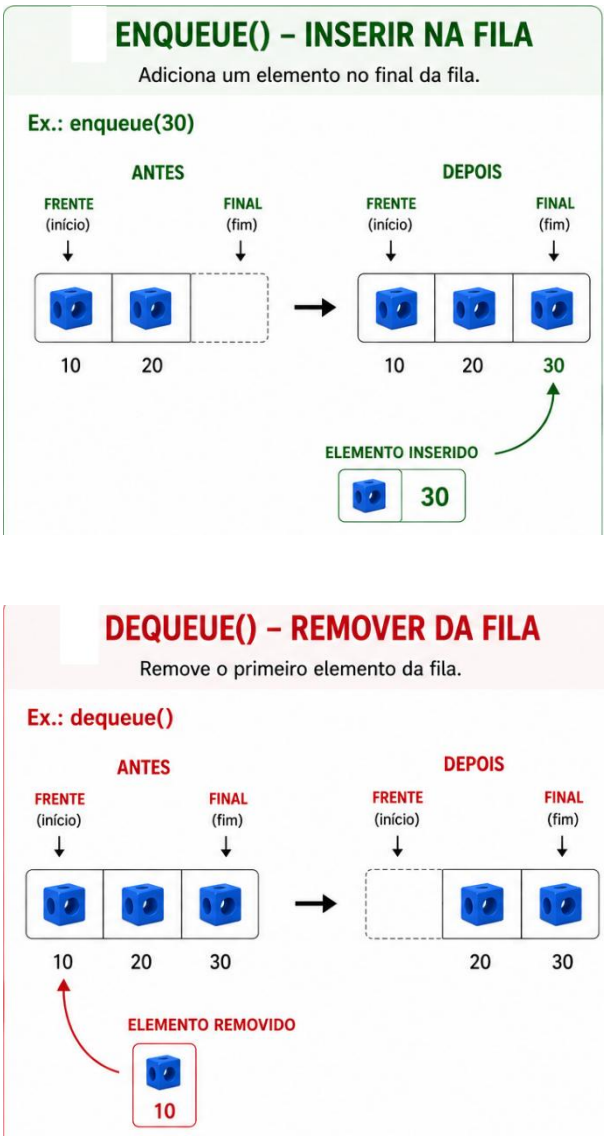
Código em C	Função

	O enqueue() é responsável por inserir um novo valor no final da estrutura. No início é verificado se tem espaço na fila, se houve, avança o índice fim, armazena o dado nessa nova posição e incrementa a contagem total de elementos.
	O dequeue() remove o primeiro elemento da fila. Primeiro checa se a fila não está vazia. Se houver elementos, ele mostra o primeiro valor da fila (o mais antigo), avança o indicador de início para o próximo elemento e diminui o total da contagem, removendo-o do atendimento.
	A função front() retorna e exibe o elemento localizado no início da fila.
	O isFull() verifica se a fila está cheia.
	O isEmpty() verifica se a fila está vazia.

Fonte: criação própria (2026)

Dessa forma, as funções implementadas em C serão representadas fisicamente por meio da manipulação de blocos. Na imagem abaixo, note o uso da função enqueue(), onde o bloco é colocado atrás dos outros blocos e na imagem a seguir é apresentado a função dequeue(), que logo em seguida é removido do bloco da frente. Assim explicando a funcionalidade de uma fila que é o FIFO (Primeiro que entra, Primeiro que sai).

Tabela 4 – Funções *Enqueue* e *Dequeue*



Fonte: Criação própria (2026).

Em suma, a metodologia proposta funde a visualização concreta por meio de blocos à implementação prática em linguagem C, mediando de forma eficaz a transição entre o conceito abstrato e a lógica de programação. Ao materializar o comportamento da Pilha sob a dinâmica LIFO (*Last In, First Out*) e da Fila sob o princípio FIFO (*First In, First Out*), a abordagem desmistifica as operações de manipulação (push, pop, enqueue, dequeue) e verificação. Dessa forma, a associação entre a manipulação física e o código estruturado otimiza o processo de ensino-aprendizagem, consolidando os fundamentos essenciais para o domínio das estruturas de dados lineares.

4 RESULTADOS

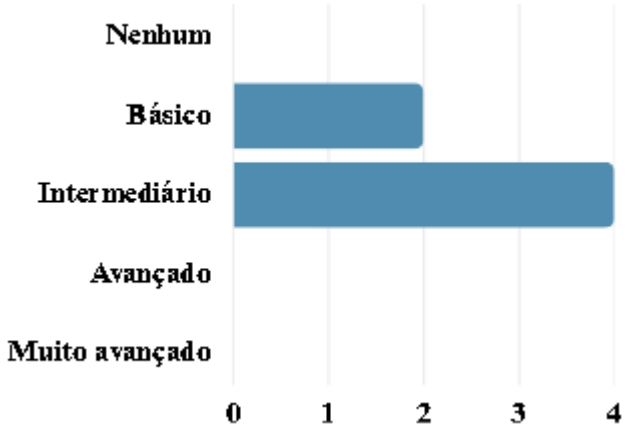
Os materiais didáticos desenvolvidos neste trabalho foram aplicados durante uma aula da disciplina de Estruturas de Dados, ofertada para a turma do curso de Licenciatura em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Ipanguaçu. A atividade foi realizada em uma turma composta por 17 estudantes, dos quais 6 participaram da pesquisa por meio do preenchimento voluntário do questionário de avaliação da metodologia.

Para a validação da proposta, adotou-se uma abordagem quanti-qualitativa, utilizando como instrumento de coleta de dados um questionário estruturado com questões objetivas e subjetivas. As questões objetivas foram organizadas segundo a escala de Likert de cinco pontos, conforme proposto por *Joshi et al.* (2015), composta por duas opções de discordância, uma opção neutra e duas opções de concordância. Essa estrutura permitiu analisar o grau de satisfação dos participantes em relação à metodologia aplicada. As questões abertas

possibilitaram identificar percepções, dificuldades e sugestões dos estudantes, complementando a análise quantitativa.

Inicialmente, buscou-se identificar o nível de conhecimento prévio dos participantes acerca das estruturas de dados. Como é mostrado no gráfico 1 – Nível de conhecimento.

Gráfico 1 – Nível de conhecimento.



Fonte: Criação própria (2026).

Analisando o gráfico demonstra-se que a turma apresentava domínio inicial do conteúdo e justificando a utilização de estratégias didáticas voltadas à aprendizagem prática. Em seguida, foi avaliado a compreensão dos conceitos de Pilha (LIFO) e Fila (FIFO), observou-se elevado índice de aprovação da metodologia. Em seguida, foi avaliada a Compreensão dos conceitos de Pilha (LIFO) e Fila (FIFO)., observando-se que $\approx \frac{4}{6}$ dos participantes apresentaram compreensão satisfatória dos conceitos após a aplicação da metodologia.

Desse modo, esses resultados indicam que todos os participantes perceberam contribuição positiva dos materiais manipuláveis para a compreensão dos conceitos fundamentais dessas estruturas de dados. Outro aspecto analisado foi a visualização das operações de inserção e remoção de elementos também foi avaliada

de forma positiva, em que $\approx \frac{5}{6}$ dos participantes afirmaram que os materiais facilitaram a visualização dessas operações.

Assim, $\approx \frac{4}{6}$ dos participantes avaliaram a metodologia com os maiores níveis de concordância, evidenciando que a utilização dos materiais facilitou a compreensão das operações realizadas nas estruturas de Pilha e Fila.

Além disso, também foi analisada a relação entre teoria e prática, os resultados mostraram elevada aceitação da metodologia. Dessa forma, observa-se que $\approx \frac{5}{6}$ dos alunos atribuíram um aspecto positivo, enquanto os restantes demonstraram neutralidade. Portanto, esses dados demonstram que a manipulação dos blocos favoreceu significativamente a associação entre os conceitos teóricos apresentados em sala de aula e sua aplicação prática, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

Do mesmo modo, os aspectos didáticos da metodologia também apresentaram resultados satisfatórios. No que se refere à clareza das explicações durante a utilização dos blocos, $\approx \frac{5}{6}$ dos participantes atribuíram notas positivas, indicando que as instruções fornecidas durante a atividade foram consideradas claras e suficientes para o desenvolvimento das tarefas. Ademais, quanto ao dinamismo da atividade, verificou-se que $\approx \frac{4}{6}$ atribuíram notas positivas, evidenciando que a proposta tornou o processo de aprendizagem mais atrativo e participativo.

Sob essa mesma perspectiva, a adequação dos materiais manipuláveis para representar os conceitos de Estruturas de Dados apresentou comportamento semelhante, com predominância de avaliações positivas. Da mesma forma, quando questionados se a metodologia despertou maior interesse pelo conteúdo da disciplina, observou-se predominância de respostas entre os níveis neutro e positivo, indicando que a utilização dos recursos físicos contribuiu para aumentar o envolvimento dos estudantes durante a aula.

Outro aspecto investigado diz respeito à capacidade dos alunos em diferenciar as estruturas de Pilha e Fila após a realização da atividade, aspecto este evidenciado que $\approx \frac{4}{6}$. Assim, essa compreensão

consolidada sugere que a abordagem prática foi eficaz para mitigar as dúvidas recorrentes sobre o funcionamento de cada estrutura.

Portanto, não houve registros de avaliações negativas. Esses dados sugerem que a metodologia auxiliou na compreensão das características específicas de cada estrutura. A ausência de percepções desfavoráveis reforça que a transição do conceito abstrato para o modelo físico foi assimilada com clareza, proporcionando maior segurança aos estudantes na distinção dos conceitos.

A contextualização do conteúdo também apresentou resultados expressivos. Nas questões que investigaram a capacidade dos estudantes em identificar aplicações de Pilhas e Filas em situações do cotidiano, verificou-se que $\approx \frac{4}{6}$ atribuíram resultados positivos em ambas as estruturas, indicando que os participantes conseguiram relacionar os conceitos aprendidos com exemplos práticos presentes em diferentes contextos.

Em relação à redução das dúvidas sobre o conteúdo, $\approx \frac{4}{6}$ dos participantes atribuíram avaliações positivas, o restante apresentaram resposta neutra. Desse modo, embora parte dos estudantes não tenha percebido redução significativa de suas dúvidas, não houve manifestações de discordância, sugerindo que a metodologia contribuiu, ao menos parcialmente, para ampliar a compreensão do conteúdo.

Na avaliação geral da metodologia, os resultados evidenciaram elevado grau de aceitação. Quanto à eficiência da proposta para o ensino de Estruturas de Dados, $\approx \frac{4}{6}$ dos estudantes atribuíram notas satisfatórias. Além disso, $\approx \frac{5}{6}$ afirmaram que recomendariam a utilização da metodologia para outros estudantes, demonstrando elevado nível de satisfação com a experiência vivenciada.

Diante disso, a pesquisa também investigou o interesse dos participantes na utilização de materiais manipuláveis em outras disciplinas do curso. Observou-se que $\boldsymbol{\approx \frac{4}{6}}$ manifestaram

concordância positiva com essa possibilidade, enquanto os demais apresentaram posicionamento neutro, não sendo registradas respostas de rejeição.

Contudo, as questões qualitativas permitiram compreender de maneira mais aprofundada a percepção dos participantes acerca da metodologia. Na análise das respostas, observou-se que os estudantes destacaram principalmente três aspectos positivos: a facilitação da compreensão dos conceitos de Pilha e Fila, a maior dinâmica proporcionada pela atividade e a possibilidade de visualizar concretamente o funcionamento das estruturas de dados. Essa percepção pode ser observada em respostas como: *"Os blocos tornaram o entendimento sobre pilha e fila mais fáceis de entender"* e *"O objeto ajuda a identificar os conceitos básicos da pilha e fila"*.

Além desses aspectos, os estudantes ressaltaram que a abordagem diferenciada favoreceu o processo de aprendizagem, tornando os conteúdos mais organizados, dinâmicos e de fácil compreensão. Um dos participantes afirmou que *"Foi uma experiência interessante e dinâmica, que facilitou a compreensão dos conceitos de Pilha e Fila"*, enquanto outro destacou a *"facilidade de aprendizagem"*. As respostas também evidenciaram que a representação física dos conceitos por meio dos blocos facilitou a visualização e a aplicação prática dos conteúdos, contribuindo para o entendimento das operações e do funcionamento das estruturas de dados.

Mas, quanto às dificuldades encontradas, a maioria dos participantes informou não ter enfrentado obstáculos durante a atividade. Entre as poucas dificuldades relatadas, destacam-se a adaptação inicial à organização dos blocos, a compreensão da lógica das estruturas e a transição entre a representação física e sua implementação em código. Entretanto, mesmo nesses casos, os estudantes relataram que a prática auxiliou na compreensão dos conceitos ao longo da atividade.

De maneira geral, os resultados obtidos evidenciam que a utilização de materiais manipuláveis constituiu uma estratégia didática eficaz para o ensino das estruturas lineares de dados, favorecendo a visualização dos conceitos, aproximando teoria e prática, aumentando o interesse dos estudantes e contribuindo para uma aprendizagem mais significativa. Dessa forma, a proposta apresenta potencial para ser incorporada como recurso complementar no ensino de Estruturas de Dados em cursos da área de Computação.

Por fim, o projeto busca preparar os alunos para desafios acadêmicos e profissionais, capacitando-os para seguir carreiras nas áreas de tecnologia. Logo, ao integrar teoria e prática,

com foco no aprendizado ativo e colaborativo, os estudantes estarão mais bem preparados para enfrentar os desafios do mercado de trabalho e para o mundo tecnológico da sociedade contemporânea.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto propôs e validou uma abordagem inovadora e prática para o ensino de Estruturas de Dados, fundamentada no uso de modelos físicos para representar os conceitos abstratos de pilhas e filas. Ao manipular essas estruturas de forma tangível, os estudantes puderam experienciar concretamente operações fundamentais, como inserção, remoção e busca, o que favoreceu a compreensão de conteúdos tradicionalmente considerados complexos. Essa aproximação entre teoria e prática mostrou-se eficaz ao promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Adicionalmente, a metodologia adotada contribuiu para o desenvolvimento de competências essenciais no contexto contemporâneo, como raciocínio lógico, criatividade, resolução de problemas e trabalho colaborativo. A participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem incentivou o protagonismo, a autonomia e a confiança na aplicação dos conhecimentos adquiridos em situações reais. O uso de materiais físicos e de tecnologias como a impressão 3D potencializou o engajamento, tornando o processo educativo mais dinâmico, interativo e acessível.

Por fim, espera-se que os resultados deste trabalho contribuam para o aprimoramento do ensino de Estruturas de Dados, bem como para a formação de profissionais mais preparados para os desafios do mercado de trabalho nas áreas de tecnologia e computação. A integração entre fundamentos teóricos, práticas experimentais e metodologias ativas evidencia-se como um caminho promissor para uma formação mais completa, crítica e inovadora, capacitando os

estudantes a solucionar problemas reais e a atuar de forma criativa em suas futuras trajetórias profissionais.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, L. J. Fundamentos de programação: algoritmos, estruturas de dados e objetos. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

ALVES, A. A.; COSTA, M. R. AlgolPUC: uma ferramenta de apoio à programação para iniciantes. In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA DO

ESTADO DE MINAS GERAIS (WEIMIG), 3., 2004, Belo Horizonte. Anais […]. Belo Horizonte, 2004.

ARANTES, G. M.; Miranda, J. da S.; Barbosa, M. L.; Franco, R. J., & do Amaral, S. F. (2020). Utilizando a programação em blocos na educação como proposta da cultura maker / Using block programming in education as a maker culture proposal. Brazilian Journal of Development, 6(11), 89664–89674.

BALIEIRO, R. Estrutura de dados. 1. ed. Rio de Janeiro: SESes, 2015.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48–67, maio/ago. 2013.

BARROS, Maria Isabela de Souza. A cultura maker como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem de lógica de programação: uma sequência didática através do uso de robótica. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas para Internet) – Instituto

Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Coordenação do Curso de Sistemas para Internet, 2022.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. Active learning: creating excitement in the classroom. Washington: ERIC Digests, 1991.

CORTÉS, M. I. Computação: estrutura de dados. 3. ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.

DEWEY, J. Vida e educação. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

DUQUE, R. C. S. *et al*. A cultura maker e suas implicações no contexto educacional. Vitória: Educação Transversal Edições, 2023.

FERREIRA, N. C. *et al*. Proposta de um jogo educacional para o ensino de estrutura de dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE), 4., 2015. Anais […]. São Vicente do Sul, 2015.

GARCIA, R. E. *et al*. Ensino de lógica de programação e estruturas de dados para alunos do ensino médio. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 28., 2008. Anais […]. Belém: SBC, 2008.

GROVER, S.; PEA, R. D. Computational thinking in K–12: a review of the state of the field. Educational Researcher, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013.

GUARIZZO, A. B.; SILVA, A. M. R. da; ARAÚJO, A. F. de; SANTOS, G. C. dos; BOTELHO, S. deO.; PEREIRA, S. M. da S.; PEREIRA, T. do R. dos S.; WOODCOCK, Z. S. P.

Metodologias de aprendizagem ativa: uma mudança de paradigma no ensino. Revista Caderno Pedagógico, v. 21, n. 5, e4186. 2024.

GUIDO, R. T. G. Metodologias ativas: transformando a aprendizagem. Minerva: Magazine of Science, Estudios e Investigaciones, [s.l.], 2024.

HATCH, M. The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers. New York: McGraw-Hill, 2014.

JUNIOR, J. A. T. L. *et al*. Dificuldades no processo de aprendizagem de algoritmos: uma análise dos resultados na disciplina de AL1 do curso de Sistemas de Informação da FAETERJ. Cadernos UniFOA, v. 27, p. 9–18, abr. 2015.

Galvão, S. F. O. L. Inovação em aprendizagem e desenvolvimento organizacional: práticas e tecnologias emergentes. Editora Senac São Paulo, 2025.

MACHADO, E. Dos estudos sobre o jornalismo às teorias do jornalismo. E-Compós, v. 1, 2004. Disponível em: http://www.compos.org.br/ecompos. Acesso em: 14 fev. 2005.

MAGENNIS, S.; FARRELL, A. Teaching and learning activities: expanding the repertoire to support student learning. In: Emerging issues in the practice of university learning and teaching. Dublin, 2005. v. 1.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos da metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T.; PAULA, B. B. Análise do uso da cultura maker em contextos educacionais: revisão sistemática da literatura. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 17, n. 3, 2019.

MARTINS, H. H. T. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 289–300, maio/ago. 2004.

NETO, R. J. *et al*. A cultura maker como metodologia ativa de ensino. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 25, n. 1, p. 107–115, 2024.

OLIVEIRA, D. S. *et al*. Cultura Maker na Educação: benefícios e desafios em iniciativas extracurriculares para escolas públicas. Caderno Pedagógico, Curutiba, v. 21, n. 10, 2024.

PAPERT, S. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

PIAGET, J. Psicologia e pedagogia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1985.
PRINCE, M. Does active learning work? Journal of Engineering Education, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

RAABE, A. L. A.; SILVA, J. M. C. Um ambiente para atendimento das dificuldades de aprendizagem de algoritmos. In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 13., 2005. Anais […]. São Leopoldo: SBC, 2005.

RAABE, A. L. A. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 2018, Fortaleza. Anais […]. Fortaleza, 2018.

RESNICK, M. *et al*. Scratch: programming for all. Communications of the ACM, v. 52, n. 11, p. 60–67, 2009.

RESNICK, M.; ROBINSON, K. Lifelong kindergarten. Cambridge: MIT Press, 2017.

ROBINS, A.; ROUNTREE, J.; ROUNTREE, N. Learning and teaching programming. Computer Science Education, v. 13, n. 2, p. 137–172, 2003.

Santana, T. S.; Ribeiro, N. C. dos S.; Prietch, S. S. (2010). "A Utilização da Animação Digital no Processo de Ensino-Aprendizagem de Estrutura de Dados". WEIBASE/ ERBASE, Maceió/AL: SBC, CESMAC, UFAL e CEFET-AL, V. 1.

SANTOS, A. *et al*. A importância do fator motivacional no processo ensino-aprendizagem de algoritmos. In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 2015. Anais […]. 2015.

SANTOS, R. P.; COSTA, H. A. X. Análise de metodologias e ambientes de ensino. Infocomp Journal of Computer Science, 2006.

Santos, S. M. A. V. (2025). METODOLOGIAS ATIVAS E CULTURA MAKER NO ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO O POTENCIAL DO ARDUINO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 19–93

SOUZA, B. *et al*. Ensino invertido de estrutura de dados no ensino remoto emergencial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (EDUCOMP), 2., 2022. Anais […]. Online, 2022.

SIERPINSKA, A. Understanding in mathematics. London: Routledge, 1994.

SILVA, C. M. B. Aprendizagem ativa. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 10., 2024. Anais […]. Campina Grande: Realize, 2024.

SILVA, J. L. L. Inteligência emocional na educação. Revista Educação Pública, v. 20, n. 27, 2020.

SILVA, F.L.; MOREIRA, I. A. T. Análise das dificuldades na aprendizagem de programação no curso de análise e desenvolvimento de sistemas do IFRN/Pau dos Ferros. *In*: ENCONTRO

UNIFICADO DE COMPUTAÇÃO DO PIAUÍ (ENUCOMPI), 14. , 2021, Picos. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 41-48.

THEODORSON, G. A.; THEODORSON, A. G. A modern dictionary of sociology. London: Methuen, 1970.

VYGOTSKY, L. Pensamento e linguagem. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1978.