



## Revisão da Literatura: Uma proposta de sistema computacional para a classificação de conhecimento em Algoritmos

Literature Review: A proposal for a computational system for the classification of knowledge in Algorithms

Joelma F. dos Santos<sup>1</sup>, Hugo L. P. Rufino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Educação Tecnológica Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba (IFTM). ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7608-6193>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3621383430117387> E-mail: [joelmafersan@mail.com](mailto:joelmafersan@mail.com).

<sup>2</sup> Doutorado em Ciências pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba Parque Tecnológico. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7687-3375>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8302663661351693>. E-mail: [hugo@iftm.edu.br](mailto:hugo@iftm.edu.br).

DOI: [10.47734/iluminart.v25.01.p-08](https://doi.org/10.47734/iluminart.v25.01.p-08)

### RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre o uso de Sistema Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item para a proposição de um sistema de nivelamento de conhecimento para a disciplina de Algoritmos, com foco em estudos publicados entre 01/01/2020 e 01/06/2024. O objetivo dessa análise visa identificar as melhores práticas, metodologias e ferramentas disponíveis que têm sido recomendadas para a melhoria do ensino-aprendizagem de Algoritmos. A revisão abrange fontes, como artigos acadêmicos, dissertações e teses, proporcionando um panorama abrangente das inovações e desafios enfrentados na área. A pesquisa revela a crescente importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no processo educacional, destacando a necessidade de soluções que sejam adaptativas, acessíveis e que realmente atendam às diferentes realidades de aprendizagem dos alunos. Além disso, são discutidos os impactos potenciais dessas ferramentas no desenvolvimento de habilidades essenciais e na redução da evasão escolar, oferecendo elementos teóricos e práticos para a implementação de um sistema computacional de nivelamento. Este estudo contribui para o avanço da pesquisa em Educação Tecnológica, fornecendo um alicerce para futuras investigações e inovações no campo do ensino de Algoritmos.

**Palavras-chave:** Educação Equitativa, Tecnologia Educacional, Sistemas Adaptativos, Teoria de Resposta ao Item, Conhecimento Prévio, Personalização do Ensino.

### ABSTRACT

This article presents a review of the literature on the use of Adaptive Systems and the Item Response Theory for the proposition of a knowledge leveling system for the discipline of Algorithms, focusing on studies published between 01/01/2020 and 06/01/2024. The objective of this analysis is to identify the best practices, methodologies and available tools that have been recommended for the improvement of the teaching-learning of Algorithms. The review covers sources, such as academic articles, dissertations and theses, providing a comprehensive overview of innovations and challenges faced in the area. The survey reveals the growing importance of Information and Communication Technologies (ICTs) in the educational process, highlighting the need for solutions that are adaptive, accessible and that really meet the different learning realities of students. In addition, the potential impacts of these tools on the development of essential skills and the reduction of school dropout are discussed, offering theoretical and practical elements for the implementation of a computational leveling system. This study contributes to the advancement of research in Technology Education, providing a foundation for future investigations and innovations in the field of teaching Algorithms.

**Keywords:** Equitable Education, Educational Technology, Adaptive Systems, Item Response Theory, Prior Knowledge, Personalization of Teaching.

## 1. Introdução

O presente artigo tem como propósito apresentar uma revisão da literatura sobre a adoção de Sistemas Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item (TRI) com foco no ensino-aprendizagem de Algoritmos. A análise visa identificar a eficácia e a viabilidade do uso de Sistemas Adaptativos e da TRI, além de melhores práticas, metodologias e ferramentas que têm sido desenvolvidas para aprimorar a educação em Algoritmos em diferentes contextos educacionais. Para tanto, foram selecionados trabalhos e estudos (artigos, dissertações e teses) publicados entre 01/01/2020 e 01/06/2024, nos idiomas português, inglês e espanhol, relacionados à temática.

No contexto atual do primeiro quarto do século XXI, o ensino-aprendizagem vai além de aulas expositivas de conceitos teóricos. O mercado tem exigido cada vez mais solucionadores de problemas para atender às demandas tecnológicas do mundo contemporâneo. A personalização do aprendizado se torna imprescindível, e a integração de soluções computacionais nas práticas pedagógicas ganha relevância.

O domínio de habilidades como pensamento crítico, raciocínio lógico e solução de problemas é crucial para o processo de aprendizagem na disciplina de Algoritmos, que é fundamental para a formação em áreas relacionadas à computação. A eficácia no ensino deste conteúdo pode impactar significativamente na formação dos estudantes e no desenvolvimento de habilidades práticas para atuação no mercado de trabalho.

Sendo assim, a justificativa para este estudo consiste na necessidade de abordar a carência de pesquisas focadas especificamente na combinação de Sistemas Adaptativos e TRI no apoio ao ensino de Algoritmos. Além de possibilitar a compreensão da efetividade dessas abordagens, o estudo oferece *insights* valiosos para educadores e desenvolvedores de tecnologias educacionais. Nesse sentido, a revisão buscou responder às seguintes questões: (i) quais são os principais desafios na aplicação da TRI em sistemas adaptativos voltados ao ensino de Algoritmos? (ii) quais estratégias têm sido propostas para personalizar o ensino por meio de testes adaptativos?.

Para o desenvolvimento da revisão, adotou-se uma abordagem qualitativa fundamentada em pesquisa bibliográfica, contemplando artigos científicos, dissertações e teses relevantes na área. As bases de dados consultadas incluíram *Association for Computing Machinery (ACM)*, *Science Direct*, Google Acadêmico, Periódicos Capes, *Scielo* e a Sociedade Brasileira de Computação (SBC). A busca foi realizada predominantemente em inglês, devido à maior disponibilidade de resultados, utilizando descritores como “Testes Adaptativos”, “Teoria de Resposta ao Item”, “Aprendizagem”, “TAP”, “*Item Response Theory*”, “*Level of Knowledge*”, além de combinações como “*adaptive testing system*”, “*computer adaptive testing*” e “*Item Response Theory*”.

Os critérios de inclusão consideraram trabalhos publicados entre janeiro de 2020 e junho de 2024, nos idiomas português, inglês e espanhol, abrangendo artigos científicos, dissertações e teses. Para a revisão, foram excluídos estudos fora da temática ou sem revisão por pares. A estratégia de busca envolveu operadores booleanos (AND/OR), filtros de idioma e período. Inicialmente, foram identificados 31 estudos, com maior relevância em bases de artigos científicos (*ACM*, *Science Direct*, *Scielo*) e em portais de indexação e publicações acadêmicas (Google Acadêmico, Periódicos Capes e SBC). Após leitura de títulos, resumos e leitura dinâmica, 18 artigos foram selecionados para análise final, compondo o conjunto de estudos da revisão.

Esse procedimento metodológico buscou garantir transparência e rigor na seleção dos estudos, permitindo que a revisão seja replicável e assegure a consistência dos resultados apresentados. A estrutura do artigo está organizada da seguinte forma: primeiramente, apresenta-se uma visão geral dos principais conceitos e abordagens

relacionadas, seguida pela discussão dos resultados encontrados e suas implicações. Por fim, a conclusão traz considerações sobre o impacto dessas descobertas no desenvolvimento de soluções tecnológicas para o ensino de Algoritmos, além de sugestões para futuras pesquisas na área.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Definição dos Conceitos

Um Sistema Adaptativo é uma solução computacional que ajusta seu comportamento com base nas necessidades e características do usuário. No contexto educacional, esses sistemas podem personalizar o conteúdo e o ritmo de aprendizagem para otimizar o desempenho dos estudantes.

De acordo com Davey (2011), um Sistema Adaptativo, especificamente no cenário de Testes Adaptativos Computadorizados/Informatizados, ajusta a seleção de questões com base no desempenho do aluno em tempo real. Ainda de acordo com o autor, o princípio básico por trás de um sistema adaptativo é a administração de perguntas durante um teste para que não sejam muito fáceis ou muito difíceis para o aluno, focando apenas em questões que estejam no nível de dificuldade apropriado para maximizar a informação obtida sobre as habilidades do aluno.

Entretanto, é importante ressaltar que os sistemas de testes adaptativos são projetados para ajustar a seleção de questões com base no desempenho do aluno em tempo real, visando maximizar a eficiência da medição e a precisão das pontuações. Para que essa adaptação seja eficaz, é imprescindível a utilização de algoritmos que controlem tanto a seleção de itens quanto a estimativa de habilidade ou nível de conhecimento do avaliado. Esses algoritmos são fundamentados na Matemática, *Machine Learning* e modelos Estatísticos, como a Teoria de Resposta ao Item, no caso deste estudo (Mansoor A-‘Ali, 2007; Davey, 2011; Munoz-Merino *et al.*, 2018; Benton, 2021).

A TRI-Teoria de Resposta ao Item é um modelo estatístico utilizado para analisar as respostas de indivíduos a itens em testes, como perguntas em exames de proficiência ou questionários avaliativos. A Teoria de Resposta ao Item se baseia na ideia de que a probabilidade de um respondente acertar um item depende não apenas da dificuldade do item, mas também de características ou habilidades que não podem ser diretamente medidas ou observadas, mas que podem influenciar o desempenho do examinado durante testes ou avaliações (Mansoor A-‘Ali, 2007).

Assim sendo, testes adaptativos com algoritmos baseados na TRI permitem que o sistema escolha questões que melhor se adequem ao nível de habilidade do aluno, evitando que as perguntas sejam muito fáceis ou muito difíceis. Além disso, os itens subsequentes são continuamente atualizados com base nas respostas dadas a cada questão, ajustando a dificuldade do teste. Desse modo, a combinação de algoritmos sofisticados e a aplicação da TRI pode garantir que testes adaptativos ofereçam uma experiência de avaliação personalizada e justa, atendendo às necessidades individuais de cada examinado. A TRI tem sido amplamente utilizada em diversas áreas, inclusive em avaliações educacionais, para garantir a equidade e a precisão dos resultados. No contexto educacional, o modelo é utilizado em diversos eixos de conhecimento (Santos *et al.*, 2020; Tabak *et al.*, 2023).

### 2.2 Estudos Anteriores

Diversos estudos têm explorado a aplicação de sistemas adaptativos na educação, principalmente nos últimos vinte anos. No período de 2020 a 2024, observou-se uma

menor quantidade de pesquisas relacionadas ao tema. Essa constatação decorre das buscas realizadas pela autora para o desenvolvimento deste estudo e da dificuldade em localizar artigos e trabalhos diretamente vinculados à temática. Ainda assim, foram identificados estudos que contribuem para as análises e discussões deste trabalho.

Com o intuito de mostrar a evolução dos resultados ao longo do tempo, os trabalhos foram analisados com base em recortes anuais dentro do período estipulado. Esta abordagem cronológica possibilita a identificação de tendências e evoluções ao longo dos anos. Por exemplo, no cenário da saúde, Fenwick *et al.* (2020) investigaram, desenvolveram e validaram um teste adaptativo com trinta e um itens que avaliou o conhecimento e as atitudes de pacientes com diabetes em relação à Retinopatia Diabética (DR) e ao Edema Macular Diabético (DME).

Para alcançar esse objetivo, os pesquisadores utilizaram a Teoria da Resposta ao Item por meio da análise de Rasch, que permitiu avaliar as propriedades psicométricas do questionário, como a unidimensionalidade, a discriminação dos itens e a adequação das categorias de resposta. Brandão *et al.* (2020), no panorama da educação, utilizou a Teoria de Resposta ao Item em conjunto com Testes Adaptativos Informatizados para determinar a proficiência dos alunos em avaliações educacionais de forma personalizada. Além disso, o estudo tinha como objetivo otimizar o processo de avaliação e proporcionar um diagnóstico mais eficaz do conhecimento dos estudantes, contribuindo assim para a melhoria de metodologias de ensino e aprendizagem.

No caso dos estudos de Fenwick *et al.* (2020), a TRI e os Testes Adaptativos possibilitaram a criação de um instrumento que não apenas medisse o conhecimento de forma precisa, mas também se adaptasse ao nível de habilidade dos participantes, refletindo a aplicação de Testes Adaptativos Informatizados. Em contrapartida, nos estudos de Brandão *et al.* (2020), os resultados do instrumento utilizando a análise do modelo de avaliação de proficiência do estudante para testes adaptativos indicaram que, embora as abordagens analisadas para o cálculo da nota final utilizando a Teoria de Resposta ao Item em Testes Adaptativos apresentassem potencial, ambas se mostraram abaixo do esperado em diferentes contextos de tamanhos de prova.

Em outros termos, as metodologias utilizadas por Brandão *et al.* (2020) não proporcionaram resultados plenamente satisfatórios na proficiência dos 'alunos simulados', indicando a necessidade de ajustes para maior precisão. Cabe destacar que, diferentemente dos estudos de Fenwick *et al.* (2020), realizados com pacientes reais, Brandão *et al.* (2020) recorreram a modelos de simulação para gerar respostas e coletar dados, o que pode ter influenciado os resultados obtidos.

Todavia, Brandão *et al.* (2020) enfatizam a importância da calibração das questões, sugerindo a necessidade da validação das abordagens propostas em cenários práticos, isto é, com alunos reais e em diversas turmas, para confirmar a eficácia dos modelos desenvolvidos. O estudo de Brandão *et al.* (2020) contribuiu ainda mais para a discussão sobre a adoção de tecnologias e métodos estatísticos adequados na educação, destacando que a implementação de sistemas de avaliação adaptativos pode aprimorar a medição da proficiência dos alunos, proporcionando diagnósticos mais precisos e personalizados do aprendizado.

Neste mesmo cenário, o estudo de Fenwick *et al.* (2020) não apenas validou um novo instrumento de medição utilizando a TRI em Testes Adaptativos, mas também demonstrou como a TRI pode ser aplicada para criar avaliações mais precisas e adaptativas, convergindo com o estudo de Brandão *et al.* (2020). No contexto da saúde, o estudo de Fenwick *et al.* (2020) mostrou-se bastante eficiente para diagnósticos mais eficazes e intervenções personalizadas.

Ainda no contexto educacional, os estudos de Nunes *et al.* (2020) e o trabalho de Zaffalon (2020) abordam a aplicação de Testes Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item. Nunes *et al.* (2020) enfatizam a utilização da TRI para classificar questões do ENEM em diferentes níveis de dificuldade, utilizando um sistema de geração de simulados que busca balancear a dificuldade das questões apresentadas aos alunos, o que é uma aplicação prática da TRI em um cenário educacional específico.

Por outro lado, Zaffalon (2020) amplia a discussão ao comparar a Teoria de Resposta ao Item com outros modelos de estimativa de habilidades, como o modelo Elo, que é um sistema de classificação baseado em desempenho relativo, e o M-ERS (*Multidimensional Extension of the ERS*), propondo uma análise mais abrangente das relações entre esses modelos.

Zaffalon (2020) argumenta que, enquanto a TRI é eficaz para representar a probabilidade de acerto em um item, o modelo Elo oferece uma perspectiva diferente ao classificar estudantes com base em seu histórico de desempenho em problemas, o que pode ser visto como uma abordagem mais dinâmica e adaptativa. Essa divergência sugere que, embora ambos os trabalhos reconheçam a relevância da TRI, Zaffalon (2020) propõe uma visão mais crítica e comparativa, sugerindo a exploração de diferentes modelos que podem ser utilizados em conjunto para uma avaliação mais completa das habilidades dos alunos.

Assim sendo, os argumentos de Zaffalon (2020) sugerem que a complexidade do campo de estudo e a importância de considerar múltiplos modelos e metodologias é uma forma de tornar mais eficiente a compreensão das habilidades dos estudantes. Convergindo com Nunes *et al.* (2020), que também reconhecem a importância de uma abordagem multifacetada na avaliação das habilidades dos estudantes.

Diante disto, ambos os autores enfatizam a complexidade das habilidades necessárias para resolver problemas de programação, exigindo que os modelos de avaliação considerem não apenas a habilidade geral, mas também as sub-habilidades específicas que podem estar envolvidas em diferentes tipos de problemas. Assim sendo, tanto Nunes *et al.* (2020) quanto Zaffalon (2020) defendem a utilização de modelos que possam capturar essa multidimensionalidade, alinhando-se à ideia de que uma única abordagem pode não ser suficiente para entender completamente o desempenho dos alunos.

Em outro recorte temporal, os estudos de Fulmer *et al.* (2021), Ahmad e Siew (2021), Alqahtani (2021) e Teodorescu *et al.* (2021) mostram tanto convergências quanto divergências nas aplicações de Testes Adaptativos e Teoria de Resposta ao Item. Em termos de convergências, todos os autores reconhecem a importância dos Testes Adaptativos como uma ferramenta eficaz para personalizar a avaliação e o aprendizado dos alunos.

Fulmer *et al.* (2021), por exemplo, no contexto de ensino eletrônico (*e-learning*), destacaram que os sistemas adaptativos podem melhorar a experiência de aprendizado ao permitir que os alunos avancem no seu próprio ritmo, enquanto Ahmad e Siew (2021) enfatizaram a capacidade dos testes adaptativos de ajustar a dificuldade das questões com base no desempenho do aluno, promovendo uma avaliação mais precisa de suas habilidades.

Alqahtani (2021) também menciona que a TRI é fundamental para a construção de testes adaptativos, pois permite uma melhor compreensão das características dos itens e das habilidades dos alunos, o que é essencial para a personalização do aprendizado.

Por outro lado, as divergências emergem nas abordagens metodológicas e nos contextos de aplicação. Enquanto os estudos de Teodorescu *et al.* (2021) focam em um modelo específico de implementação de testes adaptativos em ambientes de

aprendizagem online, sugerindo que a integração de tecnologias emergentes pode potencializar a eficácia desses sistemas, Fulmer *et al.* (2021) abordaram os desafios de escalabilidade e a necessidade de algoritmos incrementais para lidar com o crescimento exponencial de dados, o que pode limitar a aplicação prática da TRI em contextos de grande volume de informações.

Além disso, Ahmad e Siew (2021) discutem a necessidade de formação contínua para educadores, a fim de que possam utilizar efetivamente as ferramentas de TRI e Testes Adaptativos, enquanto Alqahtani (2021) e Teodorescu *et al.* (2021) sugerem que a falta de familiaridade com essas tecnologias pode ser um obstáculo significativo para a sua adoção em ambientes educacionais tradicionais. Entretanto, há um consenso nos estudos citados sobre a eficácia dos Testes Adaptativos e o uso da TRI na personalização da avaliação. Contudo, as diferenças nas abordagens e contextos apresentados pelos estudos refletem a diversidade de desafios e oportunidades que estes métodos podem apresentar na prática educacional.

Considerando um recorte temporal distinto do anteriormente abordado, a análise dos estudos se refere a Zhuang *et al.* (2022); Imbaquingo (2022); Capelato, Cúri (2022); Filho (2022); Imhof (2022) e Tamborlin (2022). Neste recorte, assim como nos demais citados neste tópico, os autores concordam e reconhecem a eficácia dos Testes Adaptativos em proporcionar uma avaliação mais personalizada e precisa das habilidades dos alunos, e essa eficácia é fundamentada na Teoria de Resposta ao Item.

Essa abordagem é amplamente apoiada pela TRI, que fundamenta a construção de testes adaptativos ao modelar a probabilidade de acerto de um item com base nas habilidades do respondente. Em outros termos, esta estratégia é vista como uma forma de promover um aprendizado centrado no aluno, onde as avaliações se tornam diagnósticos contínuos, em vez de meros instrumentos de classificação.

Embora os estudos tenham sido diferentes nos contextos de metodologias e aplicação, eles convergem na ideia de que a implementação de sistemas adaptativos pode melhorar a experiência de aprendizagem, oferecendo *feedback* imediato e direcionado, o que é importante para intervenções pedagógicas eficazes.

Enquanto Zhuang *et al.* (2022) e Imbaquingo (2022) enfatizam a utilização de tecnologias avançadas e algoritmos de aprendizado de máquina para otimizar a adaptação dos testes, sugerindo um foco em ambientes digitais e plataformas de *e-learning*, Capelato, Cúri (2022) e Filho (2022) abordam a TRI com uma perspectiva mais tradicional, enfatizando a necessidade de rigor psicométrico e a validação dos instrumentos em contextos presenciais.

Imhof (2022) e Tamborlin (2022), por sua vez, trazem à tona a importância de considerar fatores socioculturais e contextuais na implementação de Testes Adaptativos, argumentando que a eficácia dessas avaliações pode variar significativamente entre diferentes populações e ambientes educacionais.

Essa diversidade de enfoques destaca a complexidade da implementação de Testes Adaptativos e TRI, sugerindo que, embora a teoria forneça uma base sólida, a prática requer uma adaptação cuidadosa às especificidades de cada ambiente educacional. Sendo assim, a discussão sobre Testes Adaptativos e TRI revela-se rica e multifacetada, refletindo tanto um consenso sobre suas vantagens quanto a necessidade de abordagens diversificadas para uma aplicação mais efetiva, como ponderaram os autores Nunes *et al.* (2020) e Zaffalon (2020).

Analisando os estudos de Costa (2023) e Silva (2023), que também abordam a aplicação de Testes Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item em contextos educacionais, ambos os estudos reconhecem e concordam com a importância da TRI

como uma ferramenta eficaz para a avaliação de habilidades e competências dos alunos, destacando a capacidade de fornecer feedback personalizado e adaptativo.

Em sua pesquisa, Costa (2023) enfatiza a utilização de modelos de TRI para a criação de perfis de aprendizagem, permitindo a identificação de áreas em que os alunos necessitam de mais suporte, enquanto Silva (2023) foca na aplicação de TRI em ambientes virtuais de aprendizagem, onde a adaptação dos testes é crucial para atender à diversidade de perfis dos alunos.

Uma convergência bastante significativa entre Costa (2023) e Silva (2023) é a ênfase na personalização da aprendizagem. Ambos os autores concordam que a TRI, quando aplicada em testes adaptativos, pode melhorar a precisão na avaliação do desempenho dos alunos, ajustando a dificuldade das questões de acordo com o nível de habilidade do estudante.

Além disso, Costa (2023) menciona a eficácia dos Testes Adaptativos Computadorizados (CAT) em esboçar o perfil do aluno, enquanto Silva (2023) discute a importância de um planejamento cuidadoso na criação de questionários adaptativos, que, segundo ele, deve considerar a análise histórica de desempenho dos alunos. Apesar de ambos os trabalhos apresentarem as pesquisas no contexto educacional, diferem nas metodologias e nos cenários específicos de aplicação.

Costa (2023) apresenta uma abordagem mais centrada na correção automática de redações e na utilização de técnicas de *Machine Learning*, como o *Support Vector Machine* (SVM), para avaliar a qualidade das respostas dos alunos. Em contraste, Silva (2023) se concentra na implementação da TRI em ambientes de aprendizagem online, assim como propôs Teodorescu *et al.* (2021).

Entretanto, nos estudos de Silva (2023), destaca-se a necessidade de um suporte contínuo e feedback em tempo real para os alunos. Essa diferença de foco sugere que, enquanto Costa (2023) busca integrar a TRI com tecnologias emergentes para a avaliação de redações, Silva (2023) prioriza a adaptação dos testes em um contexto de aprendizagem virtual.

Em suma, tanto Costa (2023) quanto Silva (2023) reconhecem o potencial transformador da TRI e dos Testes Adaptativos na educação, mas suas abordagens refletem diferentes ênfases e metodologias. A convergência na personalização da aprendizagem e na utilização da TRI é clara em ambos os estudos, entretanto, as aplicações práticas e contextos de estudo oferecem oportunidades para futuras pesquisas que possam integrar essas perspectivas e aprimorar ainda mais as práticas de avaliação educacional.

Neste sentido, encerro as análises com os estudos de Alzaben *et al.* (2024) e Malacarne (2024). Assim como os demais estudos discutidos neste tópico, os trabalhos foram focados no educacional, mas diferem nas metodologias e aplicações. Entretanto, vale ressaltar que a escolha de estudos de diferentes panoramas foi proposital, com a finalidade de gerar discussões que possibilitem uma compreensão mais aprofundada dos diferentes contextos e aplicações dos temas estudados.

Diante disto, os estudos de Alzaben *et al.* (2024) e Malacarne (2024), assim como os demais neste tópico, também reconhecem e concordam com a importância da TRI como uma ferramenta eficaz na personalização da experiência de aprendizagem de estudantes, adaptando o conteúdo às características individuais dos alunos. Alzaben *et al.* (2024) propuseram a implementação de um sistema hipermídia adaptativo que utiliza um mecanismo que combina lógica *fuzzy* e análise de dados, denominado pelo autor como “Fuzzy-TRI”.

O sistema determina a probabilidade de um aluno acertar uma questão com base em suas respostas anteriores, considerando não apenas o resultado correto ou incorreto,

mas também a dificuldade das questões e o histórico de desempenho do aluno. De acordo com Alzaben *et al.* (2024), o Fuzzy-TRI consegue prever a probabilidade dos estudantes de acertar uma questão ao acaso em testes em ambiente educacional.

Por sua vez, Malacarne (2024) foca na classificação de alunos em categorias de proficiência na disciplina de Informática em um curso preparatório para concurso da Polícia Rodoviária Federal (PRF), utilizando a Teoria Clássica dos Testes e a Teoria de Resposta ao Item para um sistema de recomendação que se adapta ao nível de conhecimento prévio dos estudantes.

Em outros termos, os alunos são agrupados em cinco categorias, que variam de “péssimo” a “ótimo”, conforme suas respostas e autoavaliações. Essa categorização permite que o sistema recomende e personalize o conteúdo educativo, direcionando os alunos com dificuldades para áreas específicas que necessitam de mais atenção, enquanto aqueles com melhor desempenho podem ser desafiados com conteúdo mais avançados.

Segundo Malacarne (2024), essa abordagem não apenas melhora a eficácia do ensino, mas também contribui para uma experiência de aprendizado mais satisfatória e motivadora para os alunos, já que o conteúdo é adaptado ao seu ritmo e estilo de aprendizado. Converging com Alzaben *et al.* (2024), que, embora não especifiquem a disciplina e o curso em sua proposta, o objetivo dos autores visa a adaptação de conteúdo educacional às características individuais de cada aluno, permitindo que o aprendizado seja moldado de acordo com suas necessidades, habilidades e histórico de desempenho.

Embora ambos os estudos apliquem a TRI para categorizar a dificuldade dos itens e para analisar o desempenho dos alunos, buscando identificar áreas que necessitam de mais atenção, os autores reconhecem a importância de dados empíricos e análises qualitativas para fundamentar suas abordagens, destacando a necessidade de um entendimento mais profundo das dinâmicas de aprendizagem.

Por outro lado, os estudos divergem nas metodologias e nos enfoques específicos. Enquanto Alzaben *et al.* (2024) adotam uma abordagem mais técnica, integrando algoritmos complexos e um sistema hipermedia adaptativo, Malacarne (2024) se concentra em uma análise mais clássica da TRI, utilizando a Teoria Clássica dos Testes em conjunto com a Teoria de Resposta ao Item para classificar alunos e recomendar conteúdo.

Essa diferença metodológica pode refletir em resultados distintos, onde, no caso de Alzaben *et al.* (2024), busca-se uma adaptação mais dinâmica e em tempo real, enquanto Malacarne (2024) se dedica a uma análise mais estruturada e categórica do desempenho dos alunos. Ao observar os fatos ocorridos, ambos os trabalhos contribuem significativamente para o campo da educação adaptativa, utilizando a TRI como um pilar central. Contudo, ao se diferenciarem em suas abordagens metodológicas e nos contextos de aplicação, os autores contribuem e enriquecem a discussão sobre a eficácia e a implementação de Testes Adaptativos com a TRI na educação contemporânea.

Essas diferenças metodológicas e contextuais apresentadas entre os autores citados neste tópico não apenas destacam a versatilidade da TRI, mas também sublinham a necessidade de adaptações específicas para diferentes ambientes educacionais. Desta forma, as análises destes estudos revelam que, embora haja um consenso sobre os benefícios dos Testes Adaptativos juntamente com o uso da TRI em diferentes cenários de aplicação, a diversidade nas abordagens sugere que não existe uma solução única para todos os contextos.

Entretanto, essa variação reflete também nas particularidades de cada ambiente educacional, incluindo fatores como a infraestrutura tecnológica disponível, as características dos alunos e as práticas pedagógicas dos educadores. Portanto, é essencial

continuar explorando e comparando diferentes metodologias e aplicações para maximizar o potencial dos Testes Adaptativos e da TRI.

Assim sendo, essa investigação permitirá educadores e pesquisadores realizem novos estudos, a fim de tornar estas estratégias mais eficazes e personalizadas, promovendo uma educação mais inclusiva e adaptada às necessidades individuais de conhecimento dos estudantes.

## **2.3 Lacunas na Literatura**

Apesar dos avanços significativos apresentados nos estudos analisados, mostrando diferentes formas de aplicação de Sistemas/Testes Adaptativos e da Teoria de Resposta ao Item, a literatura ainda apresenta lacunas, especialmente no que diz respeito à integração dessas tecnologias em contextos específicos, como nas disciplinas de Algoritmos e Programação. Os trabalhos identificados discutem aspectos gerais da aplicação de sistemas adaptativos, mas não exploram de forma detalhada o seu potencial para o nivelamento do conhecimento em disciplinas técnicas e complexas, como Algoritmos.

Essa ausência de pesquisas específicas indica uma oportunidade valiosa para novas investigações e para o desenvolvimento de soluções inovadoras que explorem a personalização da aprendizagem em cursos da área de Computação. Vale ressaltar que a disciplina de Algoritmos apresenta desafios únicos que poderiam se beneficiar de abordagens adaptativas, permitindo que os alunos avancem em seu aprendizado de acordo com seu próprio ritmo e nível de compreensão.

A integração de Sistemas Adaptativos com a TRI poderia facilitar a identificação de lacunas no conhecimento dos alunos e oferecer um caminho mais direcionado para o aprendizado, potencializando a eficácia do ensino em áreas técnicas. Portanto, a exploração dessa interseção entre Sistemas Adaptativos, TRI e a disciplina de Algoritmos não apenas preenche uma lacuna na literatura, mas também contribui para a evolução das práticas educacionais em um campo cada vez mais relevante para a formação e atuação profissional em áreas tecnológicas.

Desta forma, essa linha de pesquisa pode resultar em ferramentas que não apenas determinam o nível de conhecimento dos estudantes, mas também promovem um aprendizado mais eficaz para alunos que foram negligenciados ao longo de seu percurso escolar pela falta ou omissão de ensino/conhecimento de conteúdos essenciais para sua formação escolar ao longo da vida.

## **2.4 Discussão Crítica - Comparação de Estudos**

Ao comparar os estudos analisados, observa-se um consenso sobre a eficácia dos Sistemas Adaptativos em conjunto com a Teoria de Resposta ao Item na melhoria do desempenho dos examinados. Apesar das diferenças nas metodologias e nas abordagens práticas de aplicação, todos os estudos ressaltam que a personalização da avaliação, proporcionada por sistemas adaptativos, é um fator crucial para o aprendizado efetivo.

Ao possibilitar a identificação do nível de conhecimento e habilidades dos estudantes, bem como o ajuste do nível de dificuldade das questões com base no desempenho, os Testes Adaptativos juntamente com a TRI permitem uma experiência de aprendizado mais individualizada. Isso pode ser muito relevante em disciplinas como Algoritmos, onde os estudantes iniciam os estudos com diversos níveis de compreensão e habilidades. A TRI, com sua capacidade de modelar a probabilidade de acerto em função das habilidades do aluno, complementa essa abordagem, oferecendo uma análise mais precisa e detalhada do progresso do estudante.

Além disso, a análise dos estudos sugere que os dados obtidos por meio dos testes realizados em Sistemas Adaptativos permitem identificar áreas específicas onde os alunos enfrentam dificuldades, possibilitando intervenções mais direcionadas e eficazes. Zaffalon *et al.* (2020), por exemplo, demonstraram que a combinação de diferentes modelos, como o Elo e o M-ERS, com a TRI, pode enriquecer ainda mais a avaliação, permitindo um acompanhamento mais preciso das habilidades e sub-habilidades dos examinados.

Outro aspecto a ser considerado no estudo de Zaffalon *et al.* (2020) é a adaptação do modelo Elo para a avaliação de problemas, que, embora interessante, no contexto do estudo desta autora, não seria adequado, já que o modelo pode não conseguir capturar a complexidade das habilidades exigidas na disciplina de Algoritmos. A TRI, por sua vez, permite uma análise mais granular, examinando as habilidades e o desempenho dos alunos de maneira minuciosa.

Entretanto, a análise dos estudos de Fenwick *et al.* (2020), Nunes (2020), Brandão (2020) e Zaffalon (2020) revelou um panorama abrangente sobre a viabilidade e os desafios no desenvolvimento de sistemas baseados em testes adaptativos utilizando a TRI, especialmente no contexto da disciplina de Algoritmos. Fenwick *et al.* (2020) destacam que a adaptação do nível de dificuldade das questões em tempo real pode aumentar o engajamento dos alunos e melhorar o aprendizado, uma vez que os estudantes são desafiados de maneira adequada, evitando frustrações ou desinteresse.

No entanto, os estudos também apontam para desafios consideráveis na implementação desses sistemas. Nunes (2020) enfatiza a necessidade de um banco de questões robusto e diversificado, que não apenas aborde diferentes níveis de dificuldade, mas também varie em termos de tipos de questões e habilidades que avaliam. Esse aspecto dialoga diretamente com o objeto de estudo deste trabalho, que propõe um sistema de nivelamento do conhecimento por meio de testes adaptativos com diferentes tipos e formatos de itens.

Brandão (2020), por sua vez, complementa a discussão ao abordar a importância da formação dos educadores, destacando que os educadores devem ser capacitados para interpretar os dados gerados por estes sistemas e, a partir desses resultados, aplicar as intervenções pedagógicas mais adequadas. A resistência de educadores e alunos na adoção de recursos tecnológicos também é um fator apontado pelo autor que pode dificultar a adoção de novas práticas educacionais.

Na análise dos estudos de Fulmer *et al.* (2021), Ahmad (2021), Alqahtani (2021) e Teodorescu (2021), mostrou-se uma tendência significativa em relação à viabilidade e aos desafios no desenvolvimento de sistemas baseados em testes adaptativos. Assim como os autores do recorte temporal de 2021 analisado neste capítulo, os autores enfatizam a importância da Teoria da Resposta ao Item como um modelo eficaz para a avaliação do conhecimento dos estudantes.

Fulmer *et al.* (2021) destacaram que a implementação de testes adaptativos pode proporcionar uma avaliação mais precisa das habilidades dos alunos, permitindo que os educadores identifiquem lacunas no conhecimento e ajustem suas abordagens pedagógicas de acordo com as necessidades do estudante.

Ainda assim, Fulmer *et al.* (2021) também sinalizaram desafios associados à implementação deste tipo de sistema. Um dos principais obstáculos mencionados pelos autores é a complexidade na configuração e nos ajustes dos parâmetros do sistema adaptativo, corroborando com as preocupações apontadas por Brandão (2020), que menciona que esses fatores podem impactar na usabilidade e na aceitação do sistema por parte dos educadores e alunos. Aplicado à disciplina de Algoritmos, onde a compreensão

dos conceitos é fundamental, a ausência de sistemas intuitivos pode comprometer a eficácia do processo de aprendizagem.

Por outro lado, assim como Brandão (2020), os autores Ahmad e Siew (2021) destacaram a necessidade de formação contínua para educadores, ressaltando que a complexidade das ferramentas de TRI e dos testes adaptativos exige um entendimento profundo para sua aplicação eficaz. Segundo os autores, essa formação pode ser crucial, já que muitos educadores podem se sentir inseguros ou despreparados para utilizar essas tecnologias, especialmente quando não possuem experiência prévia com metodologias estatísticas ou quando enfrentam barreiras relacionadas à adoção de novas práticas pedagógicas.

Neste contexto, Alqahtani (2021) e Teodorescu (2021) complementam a discussão ao explorar as percepções dos educadores sobre a implementação de testes adaptativos, revelando que a resistência à mudança e a falta de suporte técnico podem ser desafios significativos que precisam ser superados. Entretanto, no quesito viabilidade para o desenvolvimento de sistemas baseados em testes adaptativos com modelo TRI para a disciplina de Algoritmos, baseado nos estudos dos autores, pode-se concluir que é bastante promissora, mas não isenta de desafios. A personalização do aprendizado, que é uma das principais vantagens destes sistemas, pode ser extremamente benéfica para o ensino de Algoritmos, uma vez que essa disciplina frequentemente apresenta conceitos complexos que variam em dificuldade de compreensão entre os alunos.

No entanto, a implementação bem-sucedida desses sistemas, segundo Alqahtani (2021), depende de um suporte robusto para os educadores, incluindo formação adequada e recursos técnicos, além de uma cultura escolar que valorize a inovação e a adaptação às novas metodologias de ensino. Desta forma, os estudos analisados revelaram que, embora os Sistemas de Testes Adaptativos baseados em TRI ofereçam uma abordagem promissora para a avaliação e o aprendizado na disciplina de Algoritmos, sua eficácia está intrinsecamente ligada à capacitação dos educadores e à superação dos desafios institucionais. A integração bem-sucedida dessas ferramentas no ambiente educacional requer, portanto, um compromisso coletivo para enfrentar as barreiras existentes, de modo a promover um processo de aprendizagem mais adaptativo e centrado no aluno.

Contextualizando a análise dos estudos de Zhuang *et al.* (2022), Anrango (2022), Capelato, Cúri (2022), Filho (2022), Imhof (2022) e Tamborlin (2022), a apreciação destes trabalhos revelou um panorama interessante sobre a aplicação de sistemas adaptativos e a TRI no cenário da educação. Apesar de todos os autores reconhecerem os benefícios dos testes adaptativos, principalmente na questão da possibilidade de personalização da aprendizagem e a avaliação contínua do progresso dos alunos, eles também assinalaram desafios significativos que, segundo eles, precisam ser superados para a implementação eficaz dessas tecnologias.

Zhuang *et al.* (2022), por exemplo, destacaram a importância da adaptação do conteúdo às necessidades individuais dos alunos, enfatizando que a personalização pode aumentar o engajamento e a retenção do conhecimento. No entanto, Zhuang *et al.* (2022) sugerem que a complexidade técnica envolvida na criação de um sistema que possa avaliar com precisão o nível de conhecimento dos alunos em tempo real pode ser um tanto desafiador.

Quando relacionamos as observações apontadas pelos autores com as particularidades da disciplina de Algoritmos, conclui-se que o desenvolvimento de um teste adaptativo voltado para essa área exige uma compreensão aprofundada dos conceitos fundamentais e das habilidades de raciocínio lógico e abstrato que caracterizam a disciplina. Anrango (2022) complementa essa visão ao discutir a necessidade de um

*design* instrucional que integre a TRI de forma eficaz, permitindo que o sistema não apenas avalie, mas também forneça feedback imediato e direcionado aos alunos.

Por outro lado, os estudos de Capelato, Cúri (2022) e Filho (2022) abordaram a questão da viabilidade técnica e pedagógica na implementação desses tipos de sistemas. Na visão deles, isso pode ser um dos desafios a serem superados. Os autores argumentaram que, embora a tecnologia esteja disponível, o fator humano pode influenciar. Sendo assim, como já mencionado por Brandão (2020) e Ahmad e Siew (2021), a falta de formação adequada para os educadores e a resistência à mudança nas práticas pedagógicas podem ser barreiras significativas. Imhof (2022) acrescenta que a diversidade de estilos de aprendizagem entre os alunos pode tornar ainda mais desafiador o desenvolvimento de um sistema que seja verdadeiramente adaptativo e capaz de atender a todos os perfis de estudantes.

Entretanto, a identificação do nível de conhecimento do aluno por meio de um Sistema Adaptativo pode, paradoxalmente, ser uma solução para tornar a aprendizagem mais efetiva. Ao adotar a Teoria de Resposta ao Item em conjunto com Testes Adaptativos, onde o sistema determina o nível de conhecimento do estudante, pode-se oferecer uma série de benefícios. Dentre eles, destacam-se as informações sobre competências e lacunas de conhecimento de cada estudante, permitindo a personalização do percurso de aprendizagem.

Dessa forma, os conteúdos serão compatíveis com o conhecimento prévio do aluno, evitando a frustração dos estudantes que podem se sentir sobrecarregados por não compreenderem o conteúdo, bem como a monotonia daqueles que não são desafiados o suficiente. Tamborlin (2022) propõe que a integração de sistemas baseados em TRI com abordagens de ensino colaborativo pode ser uma solução promissora para superar esses desafios citados por Imhof (2022).

Para isso, o autor sugere que, ao combinar a avaliação adaptativa com atividades práticas e colaborativas, os alunos podem não apenas receber uma avaliação mais precisa de seu conhecimento, mas também desenvolver habilidades de trabalho em equipe e resolução de problemas, que são habilidades importantes para a aprendizagem em Algoritmos. Contudo, em uma disciplina de início do curso, que é fundamental para o desenvolvimento e aprendizagem ao longo de sua formação, essa estratégia pode enfrentar algumas limitações, especialmente se o perfil ou o estágio de conhecimento da turma não for bem compreendido pelo docente. Assim sendo, a proposta de Tamborlin (2022) mostra-se promissora, desde que acompanhada de uma avaliação inicial para mapear o conhecimento dos alunos antes da implementação de atividades colaborativas.

Ao inserir a análise dos estudos de Costa (2023) e Silva (2023) no contexto da viabilidade e dos desafios no desenvolvimento de sistemas baseados em Testes Adaptativos utilizando a Teoria de Resposta ao Item, especialmente na disciplina de Algoritmos, observa-se que ambos reconhecem a importância da TRI como ferramenta poderosa para avaliar o conhecimento dos alunos, permitindo a adaptação dinâmica das questões de acordo com o nível de habilidade do estudante.

Ainda nesse contexto, Costa (2023) enfatiza que a aplicação de modelos de TRI para criar perfis de aprendizagem pode ser utilizada para personalizar o ensino, enquanto Silva (2023) foca na implementação de Testes Adaptativos em ambientes virtuais, destacando a necessidade de feedback contínuo e em tempo real. No entanto, segundo os autores, a viabilidade para implementar esses sistemas pode enfrentar obstáculos significativos.

De acordo com Costa (2023), uma das principais barreiras identificadas é a complexidade na construção de itens de avaliação que sejam não apenas válidos, mas também capazes de capturar a diversidade de habilidades dos alunos. Além disso, Costa

(2023) sugere a necessidade de rigor metodológico na elaboração das questões como fator crucial para garantir que os resultados reflitam com precisão o conhecimento dos estudantes.

Em outras palavras, o autor enfatiza a importância de seguir procedimentos sistemáticos e bem fundamentados na criação de itens para o teste. Esse rigor metodológico, segundo o autor, pode assegurar que as questões sejam válidas e confiáveis, ou seja, que realmente meçam o que se propõem a medir, neste caso, o nível de conhecimento dos estudantes sobre Algoritmos.

Por outro lado, Silva (2023) aponta para a dificuldade de integrar a TRI em plataformas de aprendizagem on-line. De acordo com o autor, a adaptação em tempo real das questões deve ser acompanhada de suporte técnico adequado e de uma infraestrutura que permita a coleta e a análise eficiente dos dados de desempenho.

Além disso, assim como Fulmer *et al.* (2021) e Alqahtani (2021), Costa (2023) e Silva (2023) ressaltam a importância da formação dos docentes para a implementação bem-sucedida desses sistemas. Segundo os autores, a capacitação dos educadores para utilizar essas ferramentas e interpretar os dados gerados é fundamental para que possam oferecer um ensino mais direcionado e eficaz.

A falta de familiaridade com a TRI e com as tecnologias de avaliação adaptativa pode ser um entrave significativo, conforme mencionado por Costa (2023), que sugere a necessidade de programas de formação contínua para os professores. Em suma, a análise dos estudos de Costa (2023) e Silva (2023) evidencia que, embora a implementação de Sistemas de Testes Adaptativos com modelo TRI na disciplina de Algoritmos seja viável e promissora, ela envolve desafios relacionados à formação docente e à familiaridade com as tecnologias, que devem ser superados para garantir sua efetividade.

Ambientando a análise dos estudos de Alzaben *et al.* (2024) e Malacarne (2024) no contexto desta discussão, as pesquisas revelam uma convergência considerável em suas abordagens sobre a personalização do ensino por meio de sistemas baseados em Testes Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item. Assim como em demais estudos, os trabalhos enfatizaram a importância de adaptar o conteúdo educacional às necessidades individuais dos alunos, utilizando a TRI. Alzaben *et al.* (2024) propõem um sistema hipermídia adaptativo que visa suprir lacunas no aprendizado, enquanto Malacarne (2024) desenvolveu uma *Application Programming Interface (API)* (para o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) do AlfaCon, focando na preparação para concursos públicos.

De acordo com os autores, a viabilidade desses sistemas possui desafios expressivos. A implementação de um sistema adaptativo requer um robusto banco de dados que contenha informações precisas sobre o desempenho dos alunos, além de algoritmos eficazes que possam processar esses dados em tempo real. Além disso, Alzaben *et al.* (2024) e Malacarne (2024) destacam que a resistência à mudança por parte de educadores e alunos, assim como a necessidade de formação adequada para o uso dessas tecnologias, constituem desafios relevantes para a implementação desses sistemas.

Ainda de acordo com os autores, a personalização do ensino, embora promissora, também levanta questões sobre a equidade no acesso a recursos educacionais e a necessidade de garantir que todos os alunos tenham oportunidades iguais de aprendizado. Deste modo, enquanto os estudos de Alzaben *et al.* (2024) e Malacarne (2024) oferecem insights valiosos sobre a aplicação da TRI em ambientes educacionais, como personalização do ensino, avaliação precisa das habilidades, feedback imediato, entre outros, eles também destacaram a complexidade envolvida no desenvolvimento e implementação desses tipos de sistemas, exigindo um esforço colaborativo entre as partes envolvidas, como educadores, desenvolvedores e instituições de ensino.

Portanto, a análise dos estudos revelou que, embora a viabilidade de um sistema baseado em Testes Adaptativos com modelo TRI para o nivelamento do conhecimento em Algoritmos seja promissora, a sua implementação envolve desafios significativos, como a necessidade de formação docente, a resistência à adoção de novas tecnologias, aspectos técnicos e a construção de um banco de questões diversificado. Os autores analisados também ressaltaram que pesquisas futuras podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias capazes de integrar essas tecnologias de forma eficaz ao ensino de Algoritmos, promovendo um ambiente de aprendizagem adaptativo e centrado no aluno.

## 2.5 Relevância de Objeto de Estudo

Os estudos revisados fornecem uma base sólida para a pesquisa proposta, demonstrando a eficácia de Sistemas Adaptativos e da TRI em diferentes contextos educacionais. Entretanto, a falta de pesquisas específicas sobre Algoritmos justifica a relevância do presente estudo, que visa explorar a viabilidade de uma solução computacional que nivele ou determine o estágio de conhecimento na disciplina em questão.

A relevância dos estudos sobre a pesquisa educacional, especialmente no contexto da integração de sistemas computacionais com abordagens pedagógicas, é inegável. A proposta de uma solução computacional que nivele ou determine o estágio de conhecimento dos alunos em uma disciplina específica torna-se cada vez mais pertinente, considerando as demandas contemporâneas por personalização e eficácia no ensino.

A personalização do aprendizado é um dos principais desafios enfrentados por educadores em diversos níveis de ensino. Cada aluno possui um ritmo e estilos de aprendizagem únicos, o que torna difícil a aplicação de uma abordagem pedagógica padronizada. Os estudos de Tamborlin (2022) e Imhof (2022) destacam a importância de entender o perfil e o estágio de conhecimento dos alunos para que as estratégias de ensino sejam efetivas. A implementação de uma solução computacional que determine o conhecimento dos alunos pode fornecer dados valiosos que permitem aos educadores adaptarem suas metodologias de ensino, garantindo que todos os alunos tenham a oportunidade de progredir em seu aprendizado.

Entretanto, a viabilidade de uma solução computacional que nivele o conhecimento dos alunos depende de alguns fatores importantes, o que reforça ainda mais a importância da realização de mais estudos e pesquisas sobre as tecnologias adaptativas que englobam a criação de ferramentas de aprendizagem no contexto de ensino e aprendizagem de disciplinas computacionais.

Portanto, este estudo é de extrema relevância no contexto atual. A possibilidade de personalizar o ensino, fomentando a aprendizagem equitativa, possibilitando abordagens pedagógicas precisas e promovendo o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a formação acadêmica e profissional do estudante são aspectos que podem transformar a experiência educacional.

Dessa forma, para que essas soluções sejam viáveis, o investimento em novas pesquisas é necessário não somente para explorar e validar diferentes abordagens e soluções tecnológicas, mas também para definir as melhores práticas na construção dos aspectos arquiteturais e funcionais do sistema, bem como na adaptação dos testes e na análise dos dados gerados.

Neste sentido, o investimento em novas pesquisas e estudos é não apenas adequado, mas essencial para garantir que as soluções tecnológicas baseadas em TAI e TRI sejam implementadas de maneira eficaz, contribuindo para a melhoria da qualidade

da educação e para a personalização do ensino, especialmente em áreas complexas como a disciplina de Algoritmos.

### 3. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo realizou uma revisão da literatura existente sobre Sistemas Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item, destacando sua aplicação e eficácia em contextos educacionais, mais especificamente no cenário avaliativo. Durante a análise, identificou-se uma lacuna significativa na aplicação dessas tecnologias em disciplinas do segmento da computação, como Algoritmos, justificando a necessidade do estudo proposto. A revisão da literatura, abrangendo o recorte temporal de quatro anos (2020 a 2024), forneceu uma base teórica sólida para a pesquisa, destacando a importância de desenvolver soluções inovadoras para o nivelamento de conhecimento em Algoritmos. Assim, com base nos trabalhos analisados, pode-se concluir que a viabilidade do desenvolvimento de uma solução computacional que utiliza Sistemas Adaptativos e a Teoria de Resposta ao Item para nivelar o conhecimento de alunos que irão cursar a disciplina de Algoritmos é teoricamente possível e, na prática, apresenta um grande potencial. No entanto, essa viabilidade prática depende de um desenvolvimento metodológico rigoroso, investimento em pesquisas de soluções tecnológicas e da capacidade de integrar métodos e recursos de forma eficaz, com a finalidade de tornar os resultados mais precisos. A implementação bem-sucedida de um sistema como este pode possibilitar um ensino mais preciso e equitativo, bem como um aprendizado mais personalizado, beneficiando tanto instituições de ensino quanto alunos e educadores.

### Referências

- AHMAD, Jamilah; SIEW, Nyet Moi. Development of a Children Entrepreneurial Science Thinking Test for STEM Education. *Journal of Baltic Science Education*, v. 20, n. 4, p. 528-545, 2021.
- ALQAHTANI, Norah Dhafer. Adaptação nos sistemas de e-learning. *Technium Soc. Sci. J.*, v. 23, p. 296-313, 2021. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/tec/journl/v23y2021i1p296-313.html>>. Acesso em: 10 out. 2024.
- ALZABEN, Abeer Salman *et al.* Development of Valid and Reliable Questionnaire to Evaluate Knowledge, Attitude, and Practices (KAP) of Lifestyle Medicine Domains. In: *Healthcare*. MDPI, 2024. p. 1652.
- BENTON, Tom. Item Response Theory, Computer Adaptive Testing, and the Risk of Self-Deception. *Research Matters*, 2021. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1317443.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2024.
- BRANDÃO, Heitor Melo *et al.* Analysis of student's proficiency evaluation model for adaptive testing. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 10608-10620, 2020.
- CAPELATO, Érika; CÚRI, Mariana. Sistemática para construção de um Teste Adaptativo Informatizado para avaliação em letramento financeiro. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 9, n. 1, 2022. Disponível em: <<https://proceedings.sbmec.org.br/sbmec/article/download/3753/3803>>. Acesso em: 05 out. 2024.
- COSTA, Thiago Fernando Ferreira. Testes Adaptativos Informatizados (TAI) e desafios da avaliação da proficiência em leitura nos anos iniciais do Ensino Fundamental: um modelo de análise de alternativas de itens de múltipla escolha como contribuição para o sucesso escolar. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- DAVEY, Tim. A guide to computer adaptive testing systems. Washington, DC: Council of Chief State School Officers, 2011. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED543317>>. Acesso em: 07 maio 2024.

FENWICK, Eva K. *et al.* Validation of a new diabetic retinopathy knowledge and attitudes questionnaire in people with diabetic retinopathy and diabetic macular edema. *Translational Vision Science & Technology*, v. 9, n. 10, p. 32-32, 2020.

FILHO, Luiz de França Afonso Ferreira. SCAD-uma proposta para o design de avaliações centradas em habilidades. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FULMER, Gavin W. *et al.* Development of a questionnaire on teachers' knowledge of language as an epistemic tool. *Journal of research in science teaching*, v. 58, n. 4, p. 459-490, 2021.

IMBAQUINGO, Edwin Marcelo Anrango. Diseño de un test adaptativo informatizado utilizando la metodología de estimación bayesiana para evaluar el conocimiento de los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, aplicado al 1er y 2do nivel de los estudiantes de la FICA. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.

IMHOF, Christof. A Prediction-Based Framework to Reduce Procrastination in Adaptive Learning Systems. 2022. Tese de Doutorado. University of Bern.

MALACARNE, Gustavo Raí; RIZZI, Claudia Brandelero; RIZZI, Rogério Luis. Recomendação de estudos no ambiente virtual de aprendizado do AlfaCon Concursos Públicos: estudos com uma API RESTful. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/7232>>. Acesso em: 28 set. 2024.

MANSOOR AL-A'ALI. Implementation of an improved adaptive testing theory. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 10, n. 4, p. 80-94, 2007.

MUÑOZ-MERINO, Pedro J.; NOVILLO, Ruth González; KLOOS, Carlos Delgado. Assessment of skills and adaptive learning for parametric exercises combining knowledge spaces and item response theory. *Applied Soft Computing*, v. 68, p. 110-124, 2018.

NUNES, Gustavo Henrique; OLIVEIRA, Bruno Alberto Soares; NAMETALA, Ciniro Aparecido Leite. A computational strategy for classification of ENEM issues based on item response theory. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, v. 27, n. 1, p. 92-111, 2020.

SANTOS, Jucelio S. *et al.* Applying item response theory to evaluate instruments of introductory programming skills measurement. In: *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2020. p. 1-9.

SILVA, Wesley Pereira da. Exames inteligentes: evidenciação estatística de perfis de aprendizagem, composição de banco de itens multidimensionais e personalização de avaliação. 2023. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/handle/10/16931>>. Acesso em: 28 set. 2024.

TABAK, Gabriel Couto *et al.* Teste Adaptativo Multiestágio para o ENEM. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 31, p. 60-86, 2023.

TAMBORLIN, Julia Ribeiro; PITON-GONÇALVES, Jean. Análise de itens de matemática do ENEM Digital via taxonomia de Bloom. *Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Educação Matemática*, v. 8, n. 2, 2024. Disponível em: <<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&id=W4401944761>>. Acesso em: 05 out. 2024.

TEODORESCU, Oana Maria *et al.* Continuous Student Knowledge Tracing Using SVD and Concept Maps. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, v. 21, n. 1, p. 75-82, 2021.

ZAFFALON, Fabiana *et al.* Estudo Comparativo entre Modelos que Estimam a Habilidade dos Estudantes em Ambientes Virtuais de Programação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, p. 776-795, 2020.

ZHUANG, Yan *et al.* (2022). A robust computerized adaptive testing approach in educational question retrieval. In: *Proceedings of the 45th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. 2022. p. 416-426.