

APRENDIZAGEM VISUAL DE ALGORITMOS NO ENSINO FUNDAMENTAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE O ENSINO DE FILAS E PILHAS COM ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

VISUAL ALGORITHM LEARNING IN ELEMENTARY EDUCATION: AN EXPERIENCE REPORT ON TEACHING QUEUES AND STACKS USING A PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH

APRENDIZAJE VISUAL DE ALGORITMOS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA: INFORME DE EXPERIENCIA SOBRE LA ENSEÑANZA DE COLAS Y PILAS MEDIANTE UN ENFOQUE DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Andriw Santos de Souza¹
Jose Paulo Palheta Melo²
Adriene Chaves dos Santos³
Geina De Souza Soares⁴
Natália dos Santos Marinho⁵
Ione de Castro Matos da Silva⁶
Ana Stefanne Gama Moraes⁷
Ester Figueiredo Araújo⁸
João da Mata Libório Filho⁹

1

RESUMO: Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a aplicação de uma intervenção pedagógica para o ensino introdutório de filas e pilhas no 5º ano do Ensino Fundamental. A proposta foi baseada na Aprendizagem Baseada em Problemas e apoiada pela plataforma *Algorithm Visualizations*, utilizada para representar visualmente operações de inserção e remoção em estruturas de dados. O estudo envolveu 22 estudantes de uma escola estadual de Itacoatiara/AM, com aplicação de pré-teste e pós-teste. Os resultados indicaram aumento do percentual médio de acertos de 36,4% para 78,4%, com

¹ Graduado em Licenciatura em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

² Discente do curso de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

³ Discente do curso de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁴ Discente do curso de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁵ Discente do curso de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁶ Pós-graduada em Produção e Gestão de Mídias Digitais Educacionais pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT). Trainee no Programa PROTLAB (CESIT).

⁷ Mestranda em Ensino de Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT). Docente na Rede Estadual de Ensino - Escola Estadual Capitão General Mendonça Furtado - Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar (SEDUC-AM).

⁸ Doutora em Ciências da Educação pela Universidade do Minho, Portugal. Docente na Rede Estadual de Ensino - Escola Estadual José Carlos Martins Mestrinho - Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar (SEDUC-AM).

⁹ Doutor em Informática pelo Instituto de Computação (ICOMP/UFAM). Docente Adjunto da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

diferença estatisticamente significativa e tamanho de efeito elevado, sugerindo evidências de melhora no desempenho após a intervenção.

Palavras-chave: Educação em Computação. Visualização de Algoritmos. Aprendizagem Baseada em Problemas.

ABSTRACT: This article presents an experience report on the implementation of a pedagogical intervention for the introductory teaching of queues and stacks to fifth-grade elementary school students. The proposal was based on Problem-Based Learning (PBL) and supported by the Algorithm Visualizations platform, which was used to visually represent insertion and removal operations in data structures. The study involved 22 students from a public state school in Itacoatiara, Amazonas, Brazil, and employed a pre-test and post-test design. The results showed an increase in the average percentage of correct answers from 36.4% to 78.4%, with a statistically significant difference and a large effect size, providing evidence of improved student performance after the intervention.

Keywords: Computer Science Education. Algorithm Visualization. Problem-Based Learning.

RESUMEN: Este artículo presenta un informe de experiencia sobre la aplicación de una intervención pedagógica para la enseñanza introductoria de colas y pilas en el quinto año de la Educación Primaria. La propuesta se basó en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y contó con el apoyo de la plataforma Algorithm Visualizations, utilizada para representar visualmente las operaciones de inserción y eliminación en estructuras de datos. El estudio involucró a 22 estudiantes de una escuela pública estatal de Itacoatiara, estado de Amazonas, Brasil, mediante la aplicación de un pretest y un postest. Los resultados mostraron un incremento en el porcentaje promedio de respuestas correctas, del 36,4 % al 78,4 %, con una diferencia estadísticamente significativa y un tamaño del efecto elevado, lo que aporta evidencias de una mejora en el rendimiento de los estudiantes después de la intervención.

Palabras clave: Educación en Computación. Visualización de Algoritmos. Aprendizaje Basado en Problemas.

INTRODUÇÃO

O ensino de Computação na Educação Básica tem ganhado relevância no cenário brasileiro, especialmente com a publicação das normas sobre Computação como complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2022). Esse campo contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e da compreensão de conceitos fundamentais relacionados ao funcionamento das tecnologias digitais (IZIDIO ET AL. 2025; FERREIRA ET AL. 2022). Nos anos iniciais do Ensino Fundamental (EF), entretanto, esses conteúdos precisam ser abordados por meio de estratégias didáticas contextualizadas, visuais e próximas da realidade dos estudantes, de modo a favorecer a compreensão de conceitos que, muitas vezes, são abstratos (WING 2006; COUNCIL 2010; GROVER E PEA 2013).

Entre os conceitos introdutórios da Computação, as estruturas de dados do tipo fila e pilha podem ser exploradas a partir de situações cotidianas. A ideia de fila pode ser associada à

organização de pessoas aguardando atendimento, enquanto o conceito de pilha pode ser relacionado ao empilhamento e à retirada de objetos. Essas analogias permitem introduzir, de forma acessível, operações como inserção e remoção, aproximando os estudantes de noções fundamentais de algoritmos e estruturas de dados.

Apesar dessas possibilidades, o ensino desses conceitos para crianças exige abordagens pedagógicas adequadas. Estratégias exclusivamente expositivas podem limitar a compreensão, especialmente quando não são acompanhadas por exemplos concretos, atividades práticas e representações visuais. Estudos sobre aprendizagem ativa indicam que abordagens que envolvem os estudantes em atividades e discussões tendem a produzir melhor desempenho do que aulas centradas apenas na exposição do professor (FREEMAN ET AL., 2014). No campo da Educação em Computação, recursos de visualização também são apontados como relevantes para ilustrar conceitos abstratos, desde que associados a formas de engajamento ativo dos estudantes (NAPS ET AL., 2002).

Neste estudo, a plataforma *Algorithm Visualizations* (GALLES, 2011) foi utilizada como recurso de apoio pedagógico para a visualização de operações em filas e pilhas, tanto em representações sequenciais quanto encadeadas. O uso da plataforma foi integrado a uma intervenção pedagógica baseada em resolução de problemas, na qual os estudantes foram

3

desafiados a analisar situações do cotidiano e a relacioná-las com os conceitos computacionais trabalhados.

A atividade didática aplicada neste estudo deriva de uma proposta pedagógica anteriormente apresentada, em formato de resumo expandido, para o ensino de filas e pilhas no EF (SOUZA, 2026). Enquanto o trabalho anterior concentrou-se na descrição da proposta, sem aplicação em campo, este artigo avança ao apresentar sua implementação em uma turma do 5º ano do EF e ao analisar quantitativamente o desempenho dos estudantes antes e após a intervenção. Assim, a originalidade deste estudo está na avaliação empírica da proposta em contexto escolar, oferecendo evidências sobre sua aplicação prática e sobre a variação no desempenho dos estudantes.

Diante desse contexto, este estudo parte do seguinte problema de pesquisa: quais evidências de melhora no desempenho de estudantes do 5º ano do EF podem ser observadas após a aplicação de uma intervenção pedagógica baseada em resolução de problemas e apoiada pela plataforma *Algorithm Visualizations* para o ensino introdutório de filas e pilhas?

Assim, o objetivo deste estudo é analisar evidências de melhora no desempenho de estudantes do 5º ano do EF após a aplicação de uma intervenção pedagógica baseada em resolução de problemas e apoiada pela plataforma *Algorithm Visualizations* para o ensino introdutório dos conceitos de filas e pilhas.

Como contribuição, o artigo oferece evidências empíricas sobre o uso combinado de resolução de problemas e visualização de algoritmos no ensino introdutório de estruturas de dados nos anos iniciais do EF, contribuindo para a discussão sobre estratégias didáticas acessíveis para conceitos abstratos de Computação na Educação Básica.

Além desta introdução, o artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos; a Seção 4 apresenta e discute os resultados obtidos; por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais do estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os fundamentos teóricos que sustentam a intervenção pedagógica proposta, com foco na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no ensino de Computação e no uso de estratégias ativas para a aprendizagem de conceitos abstratos. Também são discutidos trabalhos relacionados ao ensino de algoritmos, estruturas de dados e visualização computacional, a fim de situar a contribuição deste estudo em relação à literatura existente.

4

Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Computação

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) consiste em uma metodologia de ensino centrada na resolução de problemas e na participação ativa dos estudantes durante o processo de aprendizagem (RODRIGUES; COUTINHO, 2025). Diferentemente de abordagens tradicionais, nas quais o professor assume predominantemente o papel de transmissor do conhecimento, a ABP propõe que os alunos atuem como protagonistas na construção do conhecimento, analisando situações-problema, levantando hipóteses e buscando possíveis soluções (REIS, 2025).

No contexto da Computação, a ABP apresenta-se como uma abordagem relevante para o ensino de conceitos que exigem elevado nível de abstração. Essa metodologia possibilita que os estudantes aprendam a partir da análise e da resolução de problemas contextualizados,

aproximando os conceitos computacionais de situações concretas e significativas. Dessa forma, favorece a participação dos alunos no processo de aprendizagem, estimulando autonomia, colaboração e raciocínio lógico (CINTRA; BITTENCOURT, 2023).

Além disso, ao serem desafiados a investigar problemas, elaborar estratégias e testar soluções, os estudantes podem desenvolver habilidades associadas ao Pensamento Computacional, como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e construção de algoritmos (ALMEIDA ET AL., 2026). Assim, a ABP contribui para a construção do conhecimento por meio da investigação, da experimentação e da resolução de desafios, promovendo o desenvolvimento de estratégias voltadas à solução de problemas.

Trabalhos Relacionados

Souza *et al.* (2024), no trabalho intitulado “*SpaceCode: um jogo educacional para auxiliar na aprendizagem de Algoritmos e Estrutura de Dados*”, apresentam um jogo educacional voltado ao apoio da aprendizagem de estruturas de dados, com foco em listas, filas e pilhas. A proposta incorpora conceitos de Pensamento Computacional e busca auxiliar estudantes na compreensão de estruturas de dados consideradas abstratas no ensino de Computação. O estudo realizou uma avaliação preliminar da ferramenta com docentes da área, analisando aspectos relacionados à usabilidade, organização das fases e potencial pedagógico do jogo. Os resultados indicaram que a proposta apresenta potencial para apoiar a aprendizagem de estruturas de dados, embora ainda necessite de ajustes no *game design* e na representação das estruturas.

Perháč e Simoňák (2022), no trabalho “*Interactive System for Algorithm and Data Structure Visualization*”, apresentam uma aplicação *web* voltada à visualização interativa de algoritmos e estruturas de dados. A ferramenta contempla estruturas como listas, pilhas e filas, além de algoritmos de ordenação, árvores e grafos, permitindo que os usuários interajam diretamente com as estruturas e acompanhem a execução passo a passo das operações. Segundo os autores, a utilização de recursos visuais associados à interação ativa dos estudantes pode favorecer uma compreensão mais aprofundada dos conceitos computacionais. O estudo realizou uma avaliação com 23 estudantes da disciplina de Estruturas de Dados e Algoritmos, e os resultados indicaram elevada aceitação da ferramenta, que obteve nota geral de 4,6 em uma escala de 1 a 5. Os participantes avaliaram o sistema como intuitivo e indicaram que a combinação de pseudocódigo com interação ativa facilitou a compreensão do funcionamento dos algoritmos.

Intarapadung (2023), no trabalho “*The Development of Teaching Model using Problem-Based Learning with Cooperative Learning in a Subject of Data Structures and Algorithms*”, apresenta uma proposta pedagógica baseada na integração da ABP com a aprendizagem cooperativa para o ensino de estruturas de dados e algoritmos. O estudo utilizou situações-problema e atividades em grupo para estimular a participação ativa dos estudantes na análise e construção de soluções algorítmicas. A metodologia foi aplicada com estudantes da disciplina de Estruturas de Dados e Algoritmos, utilizando pré-teste, pós-teste e exercícios ao final de cada conteúdo para avaliar o desempenho dos participantes. Os resultados indicaram melhora no desempenho acadêmico após a aplicação da abordagem, com aumento nos percentuais de aproveitamento em exercícios e testes de aprendizagem.

De modo geral, os trabalhos relacionados indicam o potencial de jogos, plataformas de visualização e metodologias ativas para apoiar o ensino de algoritmos e estruturas de dados. Entretanto, observa-se que parte dessas propostas está voltada a estudantes de níveis mais avançados, como cursos técnicos ou superiores, ou concentra-se na avaliação da ferramenta em si. Diferentemente desses estudos, o presente trabalho aplica uma intervenção pedagógica com estudantes do 5º ano do EF, articulando resolução de problemas, visualização de algoritmos e análise quantitativa do desempenho por meio de pré-teste e pós-teste.

MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como um relato de experiência, com abordagem quantitativa, desenvolvido a partir da aplicação de uma intervenção pedagógica em uma turma do 5º ano do EF de uma escola estadual localizada no município de Itacoatiara/AM. Participaram da atividade 22 estudantes regularmente matriculados na turma.

Do ponto de vista metodológico, o estudo caracteriza-se como um relato de experiência com intervenção pedagógica em contexto real de ensino. A intervenção foi conduzida pelo professor, que atuou como mediador das atividades, orientando a resolução dos problemas, a exploração da plataforma e a discussão dos conceitos trabalhados. Quanto ao delineamento avaliativo, adotou-se um modelo quase experimental de grupo único, com pré-teste e pós-teste, voltado à análise da variação no desempenho dos estudantes antes e após a intervenção pedagógica.

A intervenção aplicada neste estudo foi baseada na proposta pedagógica descrita em Souza (2026), anteriormente apresentada em evento nacional como uma abordagem para o ensino de filas e pilhas no Ensino Fundamental. Enquanto a publicação anterior concentrou-se na elaboração e descrição da proposta, ainda sem aplicação em campo, o presente estudo realiza sua implementação em contexto escolar. A atividade teve como foco o ensino introdutório dos conceitos de filas e pilhas, estruturas de dados fundamentais da Computação, por meio de situações-problema contextualizadas ao cotidiano dos estudantes.

A proposta metodológica fundamentou-se na ABP, abordagem na qual a aprendizagem é estruturada a partir de problemas concretos e significativos. Nessa perspectiva, os estudantes foram desafiados a analisar situações que exigiam organização e reorganização de informações, sendo conduzidos a compreensão dos conceitos de fila e pilha a partir da resolução de problemas.

O professor atuou como mediador, orientando a investigação, promovendo discussões e apoiando a construção dos conceitos. Os materiais complementares utilizados e produzidos no estudo estão disponíveis em repositório público, incluindo o arquivo com as análises estatísticas, os questionários de pré-teste e pós-teste, a planilha de tabulação dos dados, os desafios aplicados e os slides utilizados em sala de aula¹.

A intervenção foi organizada em quatro momentos, totalizando aproximadamente 3 horas. Inicialmente, realizou-se uma breve explicação sobre a atividade, seus objetivos e a forma de participação dos estudantes, seguida da apresentação do termo de assentimento em linguagem acessível, com duração aproximada de 20 minutos. Em seguida, foi aplicado o pré-teste, também com duração de aproximadamente 20 minutos, composto por quatro questões contextualizadas sobre os conceitos de filas e pilhas, sendo duas questões sobre filas e duas sobre pilhas.

O segundo momento, com duração aproximada de 60 minutos, consistiu na apresentação de uma situação-problema ambientada em uma biblioteca, conforme ilustrado na Figura 1. A atividade envolveu o empréstimo de livros, a organização de uma fila de pessoas e uma pilha de livros. A partir desse contexto, foram exploradas as operações de inserção e remoção nas estruturas, relacionando as ações da situação-problema aos comportamentos característicos de filas e pilhas.

Figura 1. Apresentação de uma situação-problema ambientada em uma biblioteca.



Fonte: elaborado pelos autores.

No terceiro momento, também com duração aproximada de 60 minutos, os estudantes utilizaram a plataforma *Algorithm Visualizations* (GALLES, 2011), com apoio de *tablets* conectados à internet, organizados em duplas. Inicialmente, foi realizado um desafio guiado para familiarização com a plataforma e com as operações em filas, considerando representações por listas sequenciais e listas encadeadas. Em seguida, os estudantes realizaram um desafio de forma mais autônoma. Posteriormente, foi conduzida uma atividade guiada sobre pilhas, seguida de novo desafio prático envolvendo operações de inserção e remoção nessa estrutura.

8

Figura 2. Estudantes utilizando a plataforma *Algorithm Visualizations* (GALLES, 2011), durante a exploração visual das operações em filas e pilhas.



Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim, foi aplicado o pós-teste, com duração aproximada de 20 minutos, também composto por quatro questões. Os itens do pós-teste apresentaram pequenas modificações em relação ao pré-teste, mas foram elaborados para avaliar os mesmos conteúdos, habilidades e nível de complexidade, buscando reduzir o efeito de memorização das respostas e preservar a comparabilidade entre os dois momentos avaliativos.

Para a análise dos dados, as respostas foram codificadas de forma dicotômica, atribuindo-se 1 para acerto e 0 para erro. As análises foram realizadas no *software Jamovi*. Inicialmente, calculou-se o percentual de acertos de cada estudante no pré-teste e no pós-teste. A análise quantitativa incluiu estatística descritiva, com média, mediana, desvio-padrão, valores mínimo e máximo. Para comparar o desempenho antes e após a intervenção, utilizou-se o teste *t* para amostras emparelhadas, complementado pelo teste de *Wilcoxon*. O pressuposto de normalidade das diferenças foi verificado pelo teste de *Shapiro-Wilk*, e a magnitude da diferença foi estimada por meio do *d* de Cohen.

Além da análise global, realizou-se uma análise por questão, considerando a correspondência temática entre os itens do pré-teste e do pós-teste. Para essa análise, utilizou-se o teste de McNemar, adequado para comparar respostas pareadas dicotômicas. Como os itens do pré-teste e do pós-teste não eram idênticos, mas equivalentes em conteúdo e complexidade, essa análise foi tratada como complementar e exploratória.

9

A realização da intervenção foi previamente autorizada pela Coordenadoria Regional de Ensino da rede estadual, pela direção da escola e pelo professor regente da turma. Antes do início das atividades, os estudantes receberam explicações sobre os objetivos da intervenção e sobre sua forma de participação, sendo apresentado um termo de assentimento em linguagem acessível à faixa etária dos participantes. Ressalta-se, contudo, que o estudo não foi submetido à apreciação de Comitê de Ética em Pesquisa, aspecto considerado como limitação metodológica.

Resultados e Discussão

Para analisar a variação no desempenho dos estudantes após a intervenção pedagógica, comparou-se o percentual de acertos obtido no pré-teste e no pós-teste. Como os dados foram coletados dos mesmos participantes antes e depois da aula experimental, utilizou-se o teste *t* para amostras emparelhadas. Adicionalmente, aplicou-se o teste de *Wilcoxon* como

procedimento não paramétrico complementar.

Tabela 1. Comparação do desempenho dos estudantes no pré-teste, pós-teste e ganho. **Fonte:** elaborado pelos autores.

Medida	Pré-teste	Pós-teste	Ganho
N	22	22	22
Percentual médio de acertos (%)	36,4	78,4	42,0
IC 95% da média	[23,2; 49,5]	[68,6; 88,3]	[27,0; 57,1]
Mediana (%)	25,0	75,0	25,0
Desvio-padrão	29,60	22,20	34,00
Mínimo (%)	0	50	-25
Máximo (%)	100	100	100

Nota: o ganho foi calculado como pós-teste menos pré-teste, em pontos percentuais.

A estatística descritiva, apresentada na Tabela 1, indicou aumento no desempenho médio dos estudantes após a intervenção. No pré-teste, os participantes apresentaram média de 36,4% de acertos (DP = 29,6; mediana = 25,0). No pós-teste, a média aumentou para 78,4% de acertos (DP = 22,2; mediana = 75,0). Esse resultado representa ganho médio de 42,0 pontos percentuais, com intervalo de confiança de 95% entre 27,0 e 57,1 pontos percentuais.

Além do aumento do percentual médio de acertos, observou-se redução da dispersão dos desempenhos, com o desvio-padrão passando de 29,6 no pré-teste para 22,2 no pós-teste. O intervalo de desempenho também se deslocou para valores mais elevados, passando de 0-100% no pré-teste para 50-100% no pós-teste. Adicionalmente, a análise individual indicou que 19 dos 22 estudantes apresentaram melhora, 2 mantiveram o desempenho e apenas 1 apresentou redução, sugerindo que o ganho observado não foi decorrente de poucos casos isolados.

O teste *t* para amostras emparelhadas, apresentado na Tabela 2, indicou diferença estatisticamente significativa entre os resultados do pré-teste e do pós-teste, $t(21) = 5,81$, $p < 0,001$. O intervalo de confiança de 95% para o ganho médio variou entre 27,0 e 57,1 pontos percentuais, indicando que o desempenho no pós-teste foi superior ao desempenho no pré-teste. O tamanho de efeito, estimado pelo *d* de Cohen, foi de 1,24, indicando uma melhora expressiva no desempenho dos estudantes após a intervenção.

Tabela 2. Testes estatísticos para comparação entre pré-teste e pós-teste. **Fonte:** elaborado pelos autores.

Teste	Estat.	gl	p	Dif. estimada	IC 95%	Efeito
Teste <i>t</i> pareado	$t = 5,81$	21	$< 0,001$	42,0	[27,0; 57,1]	$d = 1,24$
Wilcoxon	$W = 205$	–	$< 0,001$	50,0	[25,0; 62,5]	$r = 0,948$

Nota: a diferença foi calculada como pós-teste menos pré-teste. No teste *t*, a diferença corresponde ao ganho médio. No teste de *Wilcoxon*, refere-se à estimativa não paramétrica da mudança.

O teste de Wilcoxon confirmou a diferença significativa entre os dois momentos avaliativos, $W = 205$, $p < 0,001$. A correlação bisserial de ordens foi de 0,948, indicando efeito muito forte em favor do pós-teste.

O pressuposto de normalidade das diferenças foi verificado pelo teste de Shapiro-Wilk, que não indicou violação significativa para o ganho entre pós-teste e pré-teste ($W = 0,914$; $p = 0,058$). Assim, o uso do teste *t* pareado foi considerado adequado. Como procedimento complementar, aplicou-se também o teste de *Wilcoxon*.

Como as questões do pré-teste e do pós-teste eram distintas, mas foram planejadas para avaliar os mesmos conteúdos e níveis de complexidade, a análise por questão, apresentada na Tabela 3, foi tratada como complementar e exploratória, considerando a correspondência temática entre os itens.

11

Tabela 3. Desempenho por questão no pré-teste e pós-teste. **Fonte:** elaborado pelos autores.

Questão	Conteúdo	Pré (%)	Pós (%)	Ganho (p.p.)	McNemar
Q ₁	Fila	40,9	72,7	31,8	$\chi^2(1) = 3,77$; $p = 0,052$
Q ₂	Fila	31,8	77,3	45,5	$\chi^2(1) = 7,14$; $p = 0,008$
Q ₃	Pilha	54,5	77,3	22,7	$\chi^2(1) = 2,27$; $p = 0,132$
Q ₄	Pilha	18,2	86,4	68,2	$\chi^2(1) = 15,0$; $p < 0,001$

Conforme apresentado na Tabela 3, houve aumento no percentual de acertos em todas as questões após a intervenção. Nas questões relacionadas ao conteúdo de fila, a Q₁ passou de 40,9% para 72,7% de acertos, com ganho de 31,8 pontos percentuais, embora sem significância estatística ao nível de 5%, $\chi^2(1) = 3,77$, $p = 0,052$. Já a Q₂ apresentou aumento de 31,8% para 77,3%, com ganho de 45,5 pontos percentuais e diferença estatisticamente significativa pelo teste de McNemar, $\chi^2(1) = 7,14$, $p = 0,008$. Nas questões relacionadas ao conteúdo de pilha, a Q₃ passou de

54,5% para 77,3%, com ganho de 22,7 pontos percentuais, mas sem significância estatística, $\chi^2(1) = 2,27$, $p=0,132$. A Q4 apresentou o maior avanço, passando de 18,2% para 86,4% de acertos, com ganho de 68,2 pontos percentuais e diferença significativa, $\chi^2(1) = 15,0$, $p < 0,001$.

De modo geral, os resultados indicam melhora estatisticamente significativa no desempenho dos estudantes após a aula experimental. A elevação do percentual médio de acertos, a significância estatística dos testes aplicados e o tamanho de efeito elevado sugerem evidências consistentes de melhora no desempenho, compatíveis com aprendizagem após a intervenção. Além disso, a análise por questão indicou aumento no percentual de acertos em todos os itens, com evidências estatísticas mais fortes nas questões Q2 e Q4.

Embora os resultados indiquem melhora estatisticamente significativa no desempenho dos estudantes após a intervenção, deve-se considerar que o estudo adotou delineamento de grupo único, sem comparação com grupo controle. Dessa forma, os achados não permitem afirmar causalidade de forma conclusiva, mas oferecem evidências de melhora no desempenho associadas à experiência pedagógica realizada.

CONSIDERAÇÕES

Este artigo apresentou um relato de experiência sobre a aplicação de uma intervenção pedagógica baseada em resolução de problemas e apoiada pela plataforma *Algorithm Vilsualizations* para o ensino introdutório de filas e pilhas no 5º ano do EF. O objetivo foi analisar evidências de melhora no desempenho dos estudantes após a intervenção, considerando a comparação entre pré-teste e pós-teste.

Os resultados indicaram aumento expressivo no desempenho dos estudantes, com o percentual médio de acertos passando de 36,4% no pré-teste para 78,4% no pós-teste, o que representa ganho médio de 42,0 pontos percentuais. A diferença foi estatisticamente significativa, com tamanho de efeito elevado, sugerindo evidências consistentes de melhora no desempenho após a intervenção. Além disso, a análise individual indicou que 19 dos 22 estudantes apresentaram melhora, enquanto apenas um estudante reduziu o desempenho, o que sugere que o ganho observado não foi decorrente de poucos casos isolados.

Esses achados dialogam com a fundamentação teórica apresentada, especialmente no que se refere ao potencial da ABP para promover a participação ativa dos estudantes na resolução de problemas (RODRIGUES; COUTINHO, 2025; REIS, 2025). A melhora observada no

desempenho é compatível com a perspectiva de que problemas contextualizados podem aproximar conceitos abstratos de situações concretas e significativas, favorecendo a compreensão de conteúdos de Computação nos anos iniciais do EF. Nesse sentido, os resultados também reforçam a importância de estratégias ativas e visuais para o ensino de conceitos computacionais abstratos, conforme discutido por estudos sobre aprendizagem ativa e visualização de algoritmos (FREEMAN ET AL., 2014; NAPS ET AL., 2002).

A análise por questão também oferece elementos relevantes para a discussão. Houve aumento no percentual de acertos em todos os itens avaliados, com evidências estatísticas mais fortes nas questões Q₂, relacionada a filas, e Q₄, relacionada a pilhas. Esse resultado sugere que a intervenção favoreceu a compreensão dos dois conceitos trabalhados. Entretanto, as questões Q₁ e Q₃ apresentaram apenas melhora descritiva, sem significância estatística ao nível de 5%. Assim, os dados não permitem afirmar que todos os itens foram igualmente sensíveis à intervenção, indicando a necessidade de aperfeiçoar os instrumentos avaliativos e aprofundar a análise das dificuldades específicas dos estudantes em cada conceito.

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações devem ser consideradas. O estudo adotou delineamento de grupo único, sem comparação com grupo controle, o que não permite afirmar causalidade de forma conclusiva. Além disso, os itens do pré-teste e do pós-teste não eram idênticos, embora tenham sido elaborados para avaliar os mesmos conteúdos, habilidades e nível de complexidade. A análise por questão, portanto, deve ser interpretada como complementar e exploratória. Também se reconhece como limitação o fato de o estudo não ter sido submetido à apreciação de Comitê de Ética em Pesquisa, embora a intervenção tenha contado com autorização institucional e termo de assentimento dos estudantes.

Como lições aprendidas, observou-se que a contextualização dos conceitos em uma situação-problema cotidiana facilitou a introdução das operações de inserção e remoção, enquanto a visualização na plataforma apoiou a compreensão do comportamento das estruturas. Também se verificou a importância da mediação docente, especialmente na transição entre a representação concreta da situação-problema e a representação visual computacional. Por outro lado, os resultados por questão indicam que nem todos os itens foram igualmente sensíveis à intervenção, sugerindo a necessidade de revisar os instrumentos avaliativos e ampliar o tempo de exploração dos conceitos.

Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a aplicação da proposta para outras turmas e escolas, incluindo amostras maiores e delineamentos com grupo controle ou comparação entre diferentes estratégias didáticas. Também se sugere realizar estudos que isolem melhor o papel da plataforma *Algorithm Visualizations*, comparando intervenções com e sem o uso do recurso visual. Além disso, futuras pesquisas podem incorporar instrumentos qualitativos, como observação sistemática, registros dos estudantes e entrevistas, a fim de compreender melhor os processos de aprendizagem durante a resolução dos problemas. Por fim, recomenda-se investigar a permanência da aprendizagem em avaliações posteriores e adaptar a proposta para outros conceitos de algoritmos e estruturas de dados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. et al. Pensamento computacional na BNCC e metodologias ativas: caminhos para o desenvolvimento de competências na educação básica. *Lumen et Virtus*, v. 17, n. 56, e11598, 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Computação na Educação Básica: complemento à BNCC. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/BNCCComputaoCompletoDiagramado.pdf>.

CINTRA, C.; BITTENCOURT, R. As experiências de estudantes em um curso de engenharia de computação baseado em PBL. In: *WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO*, 31., 2023. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 327-338.

COUNCIL, N. R. Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. Washington, DC: The National Academies Press, 2010.

FERREIRA, R. et al. Formação de professores e a integração do pensamento computacional no currículo da educação básica. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 28., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 274-283.

FREEMAN, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 111, 2014.

GALLES, D. *Algorithm Visualizations*. San Francisco: University of San Francisco, 2011. Disponível em: <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/Algorithms.html>.

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

INTARAPADUNG, A. The development of teaching model using problem-based learning with cooperative learning in a subject of data structures and algorithms. PNRU Academic Journal, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2023.

IZIDIO, T. et al. Pensamento computacional na educação básica brasileira: um panorama pré e pós Resolução n.º 1/2022. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 33., 2025. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 539-551.

NAPS, T. L. et al. Exploring the role of visualization and engagement in computer science education. SIGCSE Bulletin, v. 35, n. 2, p. 131-152, 2002.

PERHÁČ, P.; SIMOŇÁK, S. Interactive system for algorithm and data structure visualization. Computer Science Journal of Moldova, v. 30, p. 28-48, 2022.

REIS, R. G. S. Do ensino tradicional à aprendizagem ativa: a ABP no currículo do Ensino Fundamental I. Missioneira, v. 27, n. 5, 2025. Disponível em: <https://cemipa.com.br/revistas/index.php/missioneira/article/view/145>.

RODRIGUES, A. S.; COUTINHO, D. G. Metodologias ativas da educação: aprendizagem baseada em problemas. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 11, n. 3, p. 2243-2260, 2025.

SOUZA, A. et al. SpaceCode: um jogo educacional para auxiliar na aprendizagem de algoritmos e estrutura de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 35., 2024. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 2663-2672.

SOUZA, A. S. et al. Aprendizagem visual de algoritmos no Ensino Fundamental: uma proposta baseada em problemas para o ensino de filas e pilhas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA, 3., 2026. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2026.

WING, J. M. Computational thinking. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.