

Programação Competitiva como estratégia de ensino e aprendizagem de algoritmos no Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio: Um relato de experiência

Odair Moreira de Souza^{1,3}, Clodis Boscarioli², Letícia Mara Peres³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – IFPR
Cascavel, Paraná, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGComp)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Cascavel, Paraná, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGInf)
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Curitiba, Paraná, Brasil.

odair.desouza@ifpr.edu.br, boscarioli@gmail.com, lmperes@inf.ufpr.br

Abstract. *This paper presents a experience report on competitive programming in the teaching of algorithms to prepare students for the Brazilian Informatics Olympiad that covers the period from 2018 to 2024 and presents a pedagogical approach for teaching algorithms to students in a technical computer science course integrated into high school. The teaching methodology included weekly training sessions and simulated tournaments, integrating collaborative and problem-based learning into the teaching and learning processes. The results of the evaluation showed that the participating students showed a greater interest in participating in competitive programming events beyond the OBI. In addition, they developed their technical skills and showed greater involvement in academic activities related to programming throughout the course, which strengthened their education in algorithms.*

Resumo. *Este artigo apresenta um relato de experiência sobre Programação Competitiva no ensino de algoritmos para preparar estudantes para a Olimpíada Brasileira de Informática, que abrange o período de 2018 a 2024 e apresenta uma abordagem educacional para o ensino de algoritmos a estudantes de um curso técnico de informática integrado ao ensino médio. A metodologia de ensino incluiu treinamentos semanais e torneios simulados, integrando a aprendizagem colaborativa e baseada em problemas aos processos de ensino e aprendizagem. Os resultados da avaliação indicaram que os estudantes participantes demonstraram maior interesse em participar de eventos de Programação Competitiva além da OBI. Além disso, desenvolveram suas habilidades técnicas e demonstraram maior envolvimento em atividades acadêmicas relacionadas à programação ao longo do curso, fortalecendo a educação em algoritmos.*

1. Introdução

A Educação em Computação destaca a importância de metodologias inovativas e desafiadoras ao processo de ensino e aprendizagem de programação. Dado que desenvolver

habilidades práticas de programação é um processo de longo prazo, empírico, que envolve aprendizado contínuo, tentativas e erros [Yuen et al. 2023], o engajamento dos estudantes torna-se fundamental neste processo. As competições de programação, definidas como práticas de Programação Competitiva, têm-se apresentado como estratégia para motivar e melhorar o desempenho dos estudantes, pois desenvolvem competências essenciais para carreiras profissionais e acadêmicas em Computação, como resolução, padronização e otimização de problemas algorítmicos.

De acordo com [Guerra and Cueva 2023], um problema recorrente no ensino de programação é a dificuldade dos estudantes em compreender o seu próprio código-fonte, além disso, indicam que cerca de um terço dos estudantes tem dificuldade em explicar adequadamente sua estrutura, o que acarreta em um aprendizado frágil, e que apesar das submissões bem-sucedidas nas plataformas de desafios, essa dificuldade pode levar a equívocos e impedir a compreensão completa dos conceitos e práticas de programação. Para [Gonçalves et al. 2013], o alto nível de abstração que os componentes curriculares relacionados à programação exigem pode causar desmotivação nos estudantes, e esse fator é preponderante para as altas taxas de reprovação e desistência.

Segundo [Brito et al. 2019], a ideia de utilizar competições de programação como motivação ao estudo de algoritmos pode contribuir para reduzir o número de reprovações e evasões. [Khmelevsky and Chidlow 2021] destaca que a participação em eventos como ACM ICPC¹ e IEEEExtreme² motiva os estudantes a se aprofundarem nos conteúdos de programação e melhora a retenção e o engajamento nas disciplinas de programação.

Nesse contexto, a Programação Competitiva pode ser utilizada como uma estratégia educacional, estimulando o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe [Bonifácio et al. 2021]. Além disso, [Piekarski et al. 2023] identificaram os impactos da Olimpíada Brasileira de Informática (OBI) no ensino de programação de computadores no ensino médio, e destacaram a sua importância para desenvolver habilidades como raciocínio lógico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

O objetivo principal deste artigo é relatar a experiência da aplicação da abordagem educacional Programação Competitiva, associada com a aprendizagem colaborativa e à aprendizagem baseada em problemas, nos processos de ensino e aprendizagem no Projeto de Ensino "Treinamentos de programação para a OBI", desenvolvido com estudantes do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, curso com ênfase em desenvolvimento de software.

O artigo segue assim organizado: A Seção 2 aborda a Programação Competitiva como estratégia para o ensino de algoritmos, trazendo trabalhos correlatos a essa pesquisa. A Seção 3 apresenta o projeto Treinamento de Discentes para a OBI, objeto dessa pesquisa. Na Seção 4, uma análise dos resultados dos seis anos de execução do projeto é apresentada. Por fim, a Seção 5 traz as considerações finais e perspectivas da pesquisa.

¹ICPC - Disponível em: <https://icpc.global> - Acessado em: 03 fev. 2025.

²IEEEExtreme - Disponível em: <https://ieeextreme.org> - Acessado em: 03 fev. 2025.

2. Programação Competitiva no ensino e aprendizagem de algoritmos

A Programação Competitiva é uma abordagem prática na qual os competidores têm como objetivo resolver problemas de computação em formato de competição de programação, com tempo e memória limitados e onde os algoritmos desenvolvidos em uma linguagem de programação são submetidos a um sistema de julgamento automático que avalia a solução. Além disso, fomenta a aplicação de conceitos de algoritmos e estruturas de dados, exigindo dos participantes a implementação de código-fonte correto e otimizado.

De acordo com [Puri et al. 2021], a prática regular em Programação Competitiva contribui para o desenvolvimento de competências em lógica, matemática discreta e pensamento crítico, permitindo que os participantes enfrentem problemas de maneira estruturada. Para [Laaksonen 2020] a resolução dos problemas deve ser realizada em duas etapas: (i) no desenvolvimento da solução busca-se criar algoritmos otimizados associados a conhecimentos de lógica e matemática; e, (ii) na codificação transforma-se o algoritmo planejado em código-fonte em uma linguagem de programação.

Os problemas apresentados nas competições de programação variam em nível de dificuldade e abrangem diversas técnicas e paradigmas de algoritmos. Os problemas básicos são destinados à prática de conceitos introdutórios de programação, como entrada e saída de dados, estruturas condicionais e repetição, conhecidos como problemas *ad hoc* [Skiena and Revilla 2003]. Os problemas mais avançados exigem conhecimentos em áreas como grafos, geometria computacional e paradigmas computacionais, incluindo busca binária, algoritmos gulosos, programação dinâmica e otimização combinatoria [Arefin 2006].

As principais competições de Programação Competitiva no Brasil são a OBI³ e a Maratona de Programação⁴, organizadas pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), e são etapas seletivas para as competições internacionais *International Olympiad in Informatics (IOI)*⁵ e *International Collegiate Programming Contest (ICPC)*⁶. Além dessas, mundialmente conhecidas, existem competições realizadas por organizações privadas, como *HackerRank*⁷, *CodeForces*⁸ e *Google Code Jam*⁹.

Várias são as abordagens metodológicas para o ensino de algoritmos no Ensino Médio Técnico, que buscam equilibrar teoria e prática para apoiar a compreensão dos conceitos, como: (i) Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (*do inglês, Problem-Based Learning - PBL*); (ii) Aprendizagem com Gamificação; (iii) Método de Ensino Baseado em Projetos (*do inglês, Project-Based Learning - PjBL*); (iv) Aprendizagem Baseada em Jogos (*do inglês, Game-Based Learning - GBL*); (v) Estudo de Algoritmos Clássicos e Padronizados, e (vi) *hackathons* e competições de programação. A metodologia da Programação Competitiva como ensino e aprendizagem de algoritmos reúne características de três abordagens de aprendizado distintas, que podem ser aplicadas de forma complementar ou associando-as: Aprendizagem Colaborativa, Aprendizagem Ba-

³OBI - Disponível em: <https://olimpiada.ic.unicamp.br> - Acessado em: 5 fev. 2025.

⁴Maratona - Disponível em: <https://maratona.sbc.org.br> - Acessado em: 25 jan. 2025.

⁵IOI - Disponível em: <https://ioinformatics.org> - Acessado em: 25 jan. 2025.

⁶icpc - Disponível em: <https://icpc.global> - Acessado em: 25 jan. 2025.

⁷HackerRank - Disponível em: <https://www.hackerrank.com> - Acessado em: 22 jan. 2025.

⁸CodeForces - Disponível em: <https://codeforces.com> - Acessado em: 22 jan. 2025.

⁹Google Code Jam - Disponível em: <https://gdg.community.dev> - Acessado em: 22 jan. 2025.

seada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Competição.

A Aprendizagem Colaborativa abrange os métodos de ensino nos quais os estudantes colaboram em atividades de aprendizado em grupos, recebendo recompensas e reconhecimento com base no desempenho coletivo [Slavin 1980]. Esse método busca aumentar a troca de informações e conhecimentos entre os estudantes, incentiva-os no aprendizado individual e estimula a motivação mútua [Attle and Baker 2007].

A Aprendizagem Baseada em Problemas utiliza problemas como ponto inicial e central do processo de aprendizado, permite que os estudantes adquiram conhecimento e desenvolvam habilidades enquanto trabalham na compreensão e resolução de questões, visando a solução do problema e o desenvolvimento de competências, como pensamento crítico, colaboração e autonomia, à medida que os estudantes aprendem a identificar, analisar e propor soluções para problemas complexos [Attle and Baker 2007].

A Aprendizagem Baseada em Competição é uma abordagem na qual o aprendizado ocorre por meio de uma dinâmica competitiva, porém, o resultado do aprendizado não depende da classificação obtida pelo estudante na competição [Burguillo 2010], e a relação entre o desempenho e o resultado está vinculada ao tipo de padrão competitivo adotado [Slavin 1980]. Durante os eventos de Programação Competitiva, a interação entre os estudantes para alcançar um bom desempenho promove o aprendizado colaborativo. Os membros da equipe discutem os problemas apresentados (entendimento do enunciado), exploram as possíveis soluções (conceitos necessários) e abordam aspectos técnicos (relacionados ao ambiente computacional e à linguagem de programação utilizada). Esse processo contribui para o aprimoramento dos seus conhecimentos e habilidades de trabalho em equipe [Cameron et al. 2018].

A seguir, é apresentada uma relação de trabalhos que também consideram a Programação Competitiva como estratégia educacional.

2.1. Trabalhos Relacionados

A Programação Competitiva tem ganhado destaque como abordagem educacional, sendo aplicada para aprimorar o ensino de algoritmos e estruturas de dados, principalmente em cursos técnicos e superiores na área de Computação. Essa abordagem associa-se a outras estratégias educacionais, como as apresentadas no Quadro 1.

Os trabalhos estudados destacam uma convergência em torno da importância da Programação Competitiva como estratégia educacional. Observam-se nos estudos que é possível realizar a combinação de elementos motivacionais, como *gamificação*, *feedback* imediato e maratonas de programação, para melhorar o engajamento e o desempenho dos estudantes na construção de algoritmos. O uso de ambientes tecnológicos de aprendizagem, como plataformas de codificação *online* e sistemas de julgamento automático, tem sido a estratégia comum, permitindo que os estudantes pratiquem e recebam *feedback* constante, fator essencial para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Ainda, a adaptação do conteúdo de acordo com as necessidades individuais dos estudantes, como sugerido por [Mascio et al. 2018], tem-se mostrado uma abordagem promissora para personalizar o aprendizado e aumentar a eficácia do ensino de programação.

Alguns estudos enfatizam o impacto positivo da Programação Competitiva no desenvolvimento de habilidades colaborativas e na preparação para desafios reais, como

entrevistas técnicas em empresas de tecnologia. [Brito et al. 2019] destacam que, ao integrar maratonas de programação e competições em plataformas *online*, os estudantes adquirem uma experiência prática que os prepara para problemas encontrados em contextos profissionais. O trabalho de [Santos et al. 2024] ressalta a importância de promover a autonomia no aprendizado, por meio de métodos como a Aprendizagem Baseada em Problemas.

Referência	Público-alvo	Metodologia de ensino	Principais Resultados
[Moreno and Pineda 2018]	Graduação em Computação	Maratonas de programação com Gamificação	Maior engajamento e melhoria no desempenho acadêmico
[Mascio et al. 2018]	Estudantes de programação competitiva	Plataformas de codificação <i>online</i> , <i>feedback</i> imediato, adaptação de conteúdo e gamificação	Importância de ferramentas adaptativas, aumento da motivação e melhor preparação para competições
[Brito et al. 2019]	Graduação em Computação	Maratonas de programação, gamificação e plataformas <i>online</i>	Melhoria no desempenho, engajamento e habilidades colaborativas
[Piekarski et al. 2023]	Ensino Técnico	Treinamento direcionado e atividades práticas	Fortalecimento das habilidades de programação
[Yuen et al. 2023]	Graduação em Computação	Uso do DOMjudge para <i>feedback</i> imediato	Estímulo ao interesse e aprendizagem independente
[Santos et al. 2024]	Ensino Técnico	ABP integrada com trilhas de estudo e C++	Preparação para a OBI, desenvolvimento da autonomia e abordagem interdisciplinar

Quadro 1. Sumarização dos trabalhos relacionados

A articulação entre competição, colaboração e aprendizado interdisciplinar demonstra como a Programação Competitiva pode ser uma abordagem integral para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes. [Nascimento et al. 2007] evidenciam que competições escolares podem melhorar a concentração e a autonomia dos estudantes. [Burton 2008] e [Dagienė 2010] reforçam o papel das olimpíadas no incentivo ao aprendizado de programação e no desenvolvimento de competências essenciais para o trabalho. [Duarte et al. 2012] sugere que a imersão em competições de Informática aumenta o interesse e o desempenho acadêmico, indicando a importância das estratégias de treinamento. Além disso, [Santos et al. 2015] mostram como os projetos voltados às Olimpíadas de Informática podem promover inclusão social e inovação no ensino.

3. O projeto de ensino: Treinamento de Discentes para a OBI

O projeto de ensino intitulado “Treinamento de Discentes para a OBI” teve como público-alvo estudantes do curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR), abrangendo principalmente estudantes do segundo e terceiro anos, com eventual participação de estudantes do primeiro ano. Foi conduzido durante os anos 2018 a 2022, exceto 2021, no campus da cidade de Quedas do Iguaçu/PR; e entre os anos 2022 a 2024 no campus da cidade

de Cascavel/PR. Foram realizados cerca de 30 encontros em cada ano com duração de aproximadamente duas horas semanais, em contra-turno, com turmas de no máximo 20 estudantes, no laboratório de Informática do instituto, e a participação dos estudantes foi voluntária.

Na Figura 1, apresentam-se as principais atividades relacionadas à condução do projeto de ensino. Em cada ano letivo formou-se grupos de estudos com aulas, treinamentos e torneios simulados, com atividades de organização, divulgação e aplicação das fases da OBI.



Figura 1. Principais atividades

As etapas e dinâmicas adotadas na metodologia de ensino foram estruturadas de maneira a proporcionar uma formação abrangente e integrada, alinhada às necessidades da OBI e de outras competições de programação, como apresentado no Quadro 2.

A abordagem metodológica aplicada no projeto baseia-se na integração de diferentes práticas para garantir uma aprendizagem ativa e colaborativa, alinhada aos requisitos de competição. Foram realizadas atividades como resolução de problemas, programação em pares, torneios simulados e torneios internos, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e a aplicação de técnicas em algoritmos e estruturas de dados, estruturadas de forma progressiva e dinâmica, incluindo aulas expositivo-dialogadas, estudos e resolução de problemas de competições anteriores, aplicação de ferramentas de simulação e *Coding Dojo* [Bache 2011]. Os estudantes mais experientes auxiliavam os demais, fortalecendo o aprendizado colaborativo.

Os participantes, que apresentavam diferentes níveis de conhecimento em programação, tinham a liberdade de escolher a linguagem de programação a ser utilizada na resolução dos problemas, pois o intuito era trabalhar os algoritmos e as estruturas de dados de maneira desvinculada à linguagem de programação.

As plataformas digitais de Programação Competitiva, sites de estudo e ferramentas de simulação de algoritmos apresentados a seguir foram utilizados para apoiar as atividades de ensino do projeto.

- Beecrowd¹⁰: plataforma *online* voltada à prática e competição em programação, foi utilizada em treinamentos e torneios simulados do projeto. Oferece uma ampla coleção de problemas categorizados por níveis de dificuldade, permitindo que os

¹⁰Beecrowd - Disponível em: <https://www.beeecrowd.com.br> - Acessado em: 5 fev. 2025.

Aulas expositivo-dialogadas	As aulas foram uma das principais abordagens para a introdução dos conceitos teóricos fundamentais para a resolução de problemas de Programação Competitiva. Durante as aulas, os tópicos foram apresentados de maneira interativa por meio de simulação, estimulando a participação ativa dos estudantes e proporcionando um ambiente de troca constante de conhecimentos.
Resolução de problemas	A resolução de problemas foi uma das metodologias centrais, uma vez que a OBI e outras competições de programação exigem habilidades de análise, criação de algoritmos e desenvolvimento de soluções criativas. Os estudantes trabalharam individualmente e em pares para resolver problemas de programação.
<i>Coding Dojo</i>	A abordagem <i>Coding Dojo</i> foi utilizada como estratégia eventual para promover o aprendizado colaborativo. Essa metodologia baseia-se em dinâmicas de resolução de problemas em grupo, onde os participantes se revezam em papéis específicos, como piloto e copiloto, enquanto o restante da equipe observa e contribui com sugestões. O formato favoreceu o engajamento dos estudantes, estimulando a troca de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades práticas, colaborativa e dinâmica.
Debates	O foco dos debates era discutir a resolução dos problemas propostos nos encontros e cada estudante poderia expor suas possíveis soluções para o grupo, abordando questões de paradigmas de algoritmos, estruturas de dados e aspectos relacionados a linguagem de programação. O debate poderia acontecer em dois momentos, antes da resolução dos problemas ou após a implementação da solução. Essa atividade contribuiu para promover o aprendizado colaborativo e os estudantes experimentaram diferentes abordagens para resolver os problemas.
Torneios simulados	Os torneios simulados tinham como objetivo preparar os estudantes para as competições, com foco na gestão de tempo, estratégias de resolução de problemas e controle emocional. Além disso, foram estruturados de maneira a seguir o formato das competições, com problemas de diferentes níveis e vinculados aos temas da OBI.
Conjunto de problemas	Os problemas utilizados nos desafios são obtidos do site da OBI e da plataforma <i>Beecrowd</i> . Eles são selecionados conforme o nível de domínio dos estudantes em programação e por assuntos abordados nos últimos encontros.

Quadro 2. Descrição das práticas de ensino

estudantes desenvolvam suas habilidades em lógica de programação, algoritmos e estruturas de dados. Além disso, fornece *feedback* em tempo real das submissões.

- Site da OBI¹¹: amplamente utilizado para a prática com desafios de edições anteriores, disponibiliza materiais, desafios e informações relevantes sobre a OBI.
- Data Visualization¹²: simulador utilizado como recurso de apoio educacional à visualização de algoritmos e estruturas de dados. Sua interface oferece animações detalhadas, permitindo aos estudantes observar passo a passo a execução de algoritmos, como ordenação, busca e manipulação de grafos.
- VisuAlgo¹³: plataforma que permite a visualização e simulação de algoritmos e estruturas de dados, foi utilizada para apoiar os estudantes na compreensão do funcionamento dos algoritmos mais complexos, por meio de uma aprendizagem visual, intuitiva com experimentação e testes em tempo real.
- W3Schools¹⁴: recurso educacional *online* que fornece tutoriais e materiais interativos para diversos conceitos e linguagens de programação, incluindo Java, C/C++, Python; foi utilizado como referência complementar para revisão dos fundamentos

¹¹OBI - Disponível em: <https://olimpiada.ic.unicamp.br> - Acessado em: 5 fev. 2025.

¹²Data Visualization - Disponível em: <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/> - Acessado em: 5 fev. 2025.

¹³VisuAlgo - Disponível em: <https://visualgo.net/en> - Acessado em: 5 fev. 2025.

¹⁴W3Schools - Disponível em: <https://www.w3schools.com> - Acessado em: 5 fev. 2025.

de programação e reforçar conceitos abordados durante o projeto, especialmente em atividades autônomas e estudos dirigidos.

- GeeksforGeeks¹⁵: guia sobre programação, oferece tutoriais detalhados, guias e estratégias para resolver problemas típicos de competições, foi utilizado para apoiar os estudantes a desenvolverem e compreenderem os conceitos complexos de algoritmos e estruturas de dados.

Na Figura 2, uma visão geral das abordagens metodológicas utilizadas nos encontros e treinamentos é apresentada. Observa-se que foram utilizadas algumas associações das práticas de ensino mencionadas no Quadro 2, e os modelos foram reaplicados em vários encontros de acordo com o planejamento.

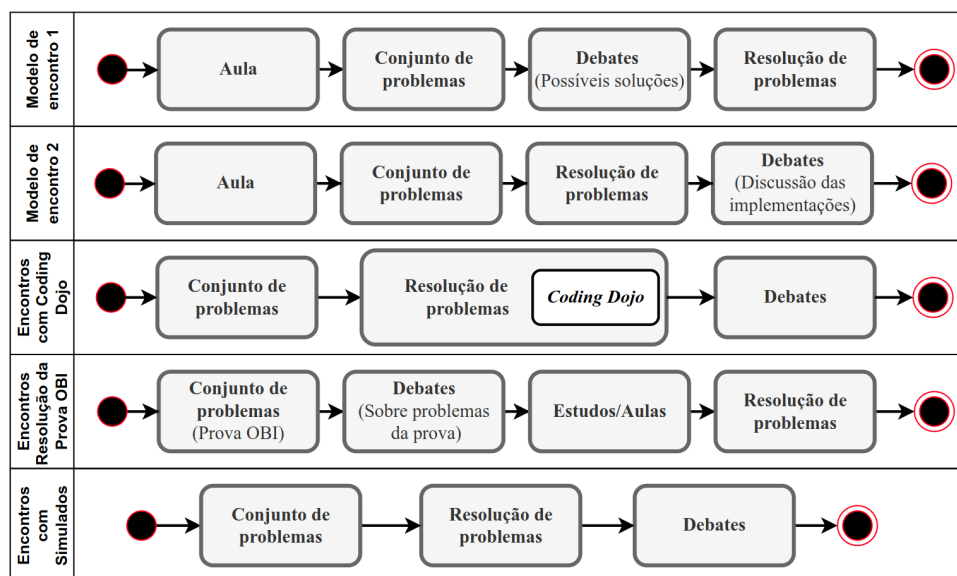


Figura 2. Modelos e estratégias dos encontros

Embora haja um acompanhamento informal contínuo por meio do contato com os participantes do projeto via redes sociais como *WhatsApp* e *Instagram*, um questionário *online* foi elaborado e enviado aos participantes para avaliar a efetividade do projeto e os resultados são apresentados na próxima seção.

4. Resultados e Discussões

Um questionário avaliativo foi elaborado e os 70 estudantes que participaram do projeto foram convidados, de forma voluntária e garantindo o anonimato, a respondê-lo. Obtivemos 58 respostas. Em linhas gerais, em 2025, 36,21% estavam matriculados no curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFPR campus Cascavel, enquanto 63,79% haviam concluído o ensino médio até 2024. Além disso, 12,85% dos participantes do projeto são do gênero feminino e competiram na OBI e na Competição Feminina da OBI (CF-OBI) a partir de 2022.

A Figura 3 traz a sumarização da avaliação da estrutura do projeto. Observa-se que 87,93% concordaram que os encontros de treinamentos foram organizados e produtivos, e a carga horária semanal de duas horas foi considerada adequada para 81,04% dos

¹⁵GeeksforGeeks - Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/competitive-programming-a-complete-guide/> - Acessado em: 5 fev. 2025.

participantes; 89,65% consideraram o conteúdo abordado relevante para a Programação Competitiva, 94,83% apontaram que as metodologias utilizadas foram adequadas no desenvolvimento de habilidades em lógica e programação, e 86,21% destacaram que a possibilidade de escolher a linguagem de programação era adequada aos objetivos do projeto.

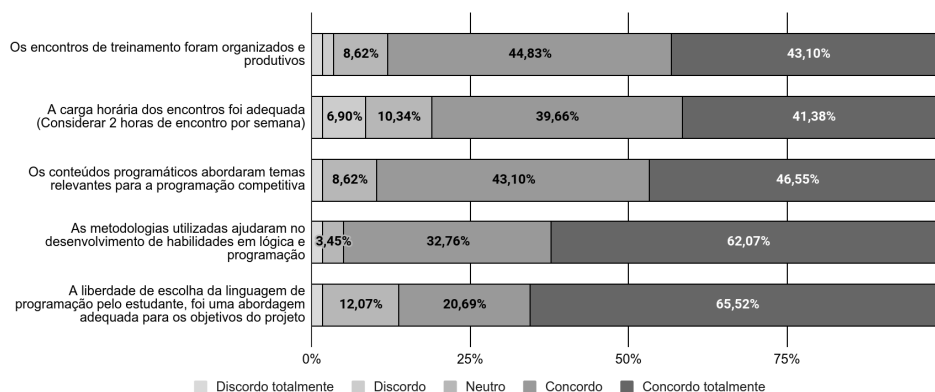


Figura 3. Avaliação dos encontros e metodologias utilizadas

Observa-se na Figura 4 que 94,83% dos participantes concordaram que os treinos preparatórios auxiliaram no desenvolvimento de suas habilidades de resolução de problemas, 82,76% destacaram que os torneios simulados refletiram as dificuldades encontradas na OBI, 93,11% apontaram que os treinamentos foram essenciais para a preparação para a OBI, e, que as orientações recebidas foram claras e relevantes.

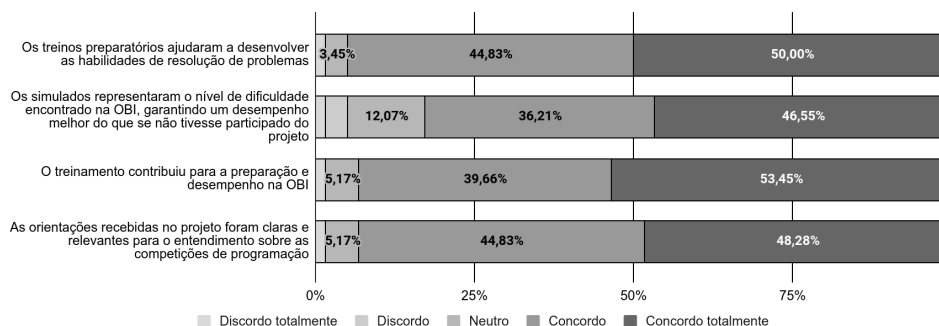


Figura 4. Avaliação de treinos, torneios simulados e participação na OBI

O questionário abordou uma autoavaliação dos participantes e constatou-se que 51,72% se dedicavam entre 2 e 4 horas de estudos além dos encontros; 32,76% estudavam somente durante os encontros do projeto (2 horas); 6,90% destinavam em torno de 4 a 6 horas de estudos; e que 8,62% chegaram a dedicar mais de 6 horas por semana ao projeto.

Analisou-se também como os estudantes buscavam aprender mais sobre Programação Competitiva fora dos encontros do projeto e identificou-se que 79,3% utilizaram sites ou plataformas *online*; 62,1% buscavam auxílio de professores ou colegas; e 27,6% estudavam por meio de fóruns ou comunidades *online*. Além disso, 39,7% participaram de outros eventos de Programação Competitiva além da OBI.

A análise das dificuldades e facilidades dos estudantes com os conteúdos da

ementa da OBI revela que os conteúdos relacionados com grafos representam um desafio. Conforme apresentado na Figura 5, 62,07% indicaram dificuldades com algoritmos de grafos e 48,28% relataram dificuldades com conceitos de grafos. Em contrapartida, os participantes indicaram ter menor dificuldade no domínio dos conteúdos como fundamentos de computação e programação, fundamentos de lógica, e algoritmos de matemática, ordenação e busca.

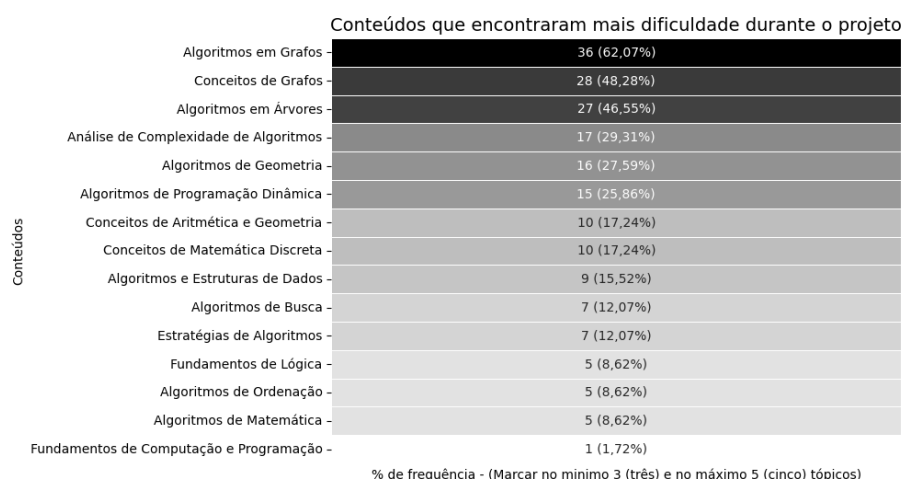


Figura 5. Conteúdos considerados mais difíceis

5. Considerações Finais

A Programação Competitiva é uma estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos em cursos Técnicos de Informática Integrados ao Ensino Médio, uma vez que os resultados obtidos evidenciam que os participantes desenvolveram suas habilidades técnicas e apresentaram maior engajamento nas atividades acadêmicas associadas à programação durante o curso. Observou-se também que a experiência no projeto influenciou a maioria dos estudantes a buscar aprender por meio de plataformas *online* e o auxílio de professores e colegas, se dedicando mais horas do que os encontros regulares, além de participarem de eventos externos, se envolvendo em outras competições além da OBI, como *hackathons*, maratonas de programação, como a Café Com Leite (CCL), e outras Olimpíadas, assim ampliando suas experiências práticas e explorando desafios mais complexos, aprofundando seus conhecimentos.

Em suma, essa abordagem demonstrou ser uma alternativa para complementar o ensino tradicional de programação. Aspectos relevantes foram a adoção do aprendizado colaborativo e da aprendizagem baseada em problemas, que possibilitaram uma experiência mais dinâmica e interativa. A troca de conhecimento entre os participantes, vinculada ao uso de plataformas digitais e práticas de torneio-simulados, contribuiu para a consolidação dos conceitos e para a autonomia dos estudantes na resolução de desafios.

Em futuras pesquisas, além de maior discussão e articulação da perspectiva dos extensionistas sobre os desafios e oportunidades observadas a partir do projeto, e do aprimoramento dos processos avaliativos, pretende-se explorar novas estratégias educacionais para aprimorar a formação dos estudantes usando Programação Competitiva, incluindo: ter desafios com mais interdisciplinaridade; realizar avaliações detalhadas pós-simulados

para ajustar o desempenho dos estudantes; promover trilhas de estudos adaptáveis aos seus objetivos ou necessidades; fazer uma análise dos impactos da participação dos estudantes em suas carreiras acadêmicas e profissionais; e, definir um modelo usando Inteligência Artificial para personalizar os treinamentos.

6. Agradecimentos

Agradecemos aos participantes da pesquisa, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio à pesquisa.

Referências

- Arefin, A. S. (2006). *Art of Programming Contest*. Gyankosh Prokashoni, 2 edition.
- Attle, S. and Baker, B. (2007). Cooperative learning in a competitive environment: Classroom applications. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 19:77–83.
- Bache, E. (2011). *The Coding Dojo Handbook: a practical guide to creating a space where good programmers can become great programmers*. Leanpub.
- Bonifácio, V. et al. (2021). *Programação competitiva e ensino técnico: Um estudo exploratório*. Editora Universitária.
- Brito, P., Fortes, R., Faria, F., Lopes, R. A., Santos, V., and Magalhães, F. (2019). Programação competitiva como ferramenta de apoio ao ensino de algoritmos e estrutura de dados para alunos de ciência da computação. In *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)*, pages 359–368. Brazilian Computer Society (Sociedade Brasileira de Computação - SBC).
- Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers Education*, 55:566–575.
- Burton, B. A. (2008). Breaking the routine: Events to complement informatics olympiad training. In *Olympiads in Informatics*, volume 2, pages 5–15.
- Cameron, R., Beck, J., and Choi, H. (2018). Teamwork in programming contests: A preliminary study. In *Proceedings of the 2018 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2018)*.
- Dagiené, V. (2010). Sustaining informatics education by contests. In *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives: Teaching Fundamentals Concepts of Informatics*, pages 1–12. Springer-Verlag.
- Duarte, A., Moreira, H., and Mello, T. (2012). Competitividade como fator motivacional para o estudo de computação. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação - SBIE)*.
- Gonçalves, D., da Silva, G., da Luz, R., and Silva, E. (2013). Relato de experiência de alunos do curso de Licenciatura em Computação do IFMG - campus Ouro Branco na utilização de objetos de aprendizagem desplugados e do Scratch como instrumentos no ensino de programação. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação - 2013*, volume 2.

- Guerra, L. H. G. and Cueva, V. M. (2023). The use of programming contests + positive feedback to inspire computer science students to improve their problem-solving skills. In *Proceedings of the ICERI2023 16th annual International Conference of Education, Research and Innovation*, pages 3393–3400. IATED.
- Khmelevsky, Y. and Chidlow, K. (2021). Students programming competitions as an educational tool and a motivational incentive to students. Acesso em: 27 jan. 2025.
- Laaksonen, A. (2020). *Guide to Competitive Programming: Learning and Improving Algorithms Through Contests*. Springer International Publishing.
- Mascio, T. D., Laura, L., and Temperini, M. (2018). A framework for personalized competitive programming training. In *Proceedings of the 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, pages 1–8. IEEE. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8424620>. Acesso em: 24 jan. 2025.
- Moreno, C. J. and Pineda, C. A. F. (2018). Competitive programming and gamification as strategy to engage students in computer science courses. *Revista Espacios*, 39. Acesso em: 24 jan. 2025.
- Nascimento, M. G., Palhano, D., and Oeiras, J. Y. Y. (2007). Competições escolares: uma alternativa na busca pela qualidade em educação. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 284–287.
- Piekarski, A. E. T., Miazaki, M., da Rocha Junior, A. L., Militão, E. P., and da Silva, J. V. P. (2023). Programação competitiva em um projeto de extensão para o ensino técnico em informática. *Revista Conexão*, 19. Acesso em: 25 jan. 2025.
- Puri, R., Kung, D. S., Janssen, G., Zhang, W., Domeniconi, G., Zolotov, V., Dolby, J., Chen, J., Choudhury, M. R., Decker, L., Thost, V., Buratti, L., Pujar, S., and Finkler, U. (2021). Project codenet: A large-scale ai for code dataset for learning a diversity of coding tasks. *CoRR*, abs/2105.12655.
- Santos, C. D. C., Araújo, R. D., and Pereira, J. H. D. S. (2024). Utilizando a abordagem de aprendizagem baseada em problemas para treinamento de programação competitiva com estudantes do ensino médio. In *Anais Estendidos do IV Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP Estendido 2024)*, pages 39–40, Brasil. Sociedade Brasileira de Computação.
- Santos, E. F. S., Pedrosa, V. M. D., da Silva Guedes, J. F., and Miranda, M. V. C. (2015). Olimpíadas científicas como ferramenta de difusão do conhecimento e aprendizagem aos alunos do município de areia/pb. In *Congresso Nacional de Educação (II Conedu)*.
- Skiena, S. and Revilla, M. (2003). *Programming Challenges: The Programming Contest Training Manual*. Springer.
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. *Review of Educational Research*, 50:315–342.
- Yuen, K. K. F., Liu, D. Y. W., and Leong, H. V. (2023). Competitive programming in computational thinking and problem-solving education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31:360–373. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cae.22610>. Acesso em: 24 jan. 2025.