

Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Médio: um Relato de Experiência

Sara Cristina Monteiro Matos¹, João Pedro Vasconcelos de Lima¹, João Pedro S. Arruda¹, Paula Christina F. Cardoso¹, Victor Hugo S. C. Pinto¹

¹Faculdade de Computação (FACOMP)

Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN)

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá – 66075-110 – Belém – PA – Brasil

{sara.matos, joao.vasconcelos, joao.arruda}@icen.ufpa.br,

{pcardoso, victor.santiago}@ufpa.br

Abstract. *This study reports a 15-hour robotics workshop for 40 high school students aimed at developing computational thinking. The methodology integrated Wokwi simulation, 3D physical prototyping, and a Python-to-Arduino transition. Evaluation combined self-efficacy analysis, a technical quiz (85% average), and practical success (6 out of 7 robots finished the track). Results highlight advances in SDG 4. Regarding SDG 5, female participation (26.3%) indicates that seat-reservation policies alone are insufficient, requiring active interventions to overcome socio-cultural barriers and democratize computer science education.*

Resumo. *Este relato apresenta uma oficina de robótica de 15 horas para 40 estudantes do ensino médio, focada no desenvolvimento do pensamento computacional. A metodologia integrou simulação no Wokwi, prototipagem física 3D e transição de Python para Arduino. A avaliação triangulou autoeficácia, quiz técnico (85% de aproveitamento) e êxito prático (6 de 7 robôs concluíram o trajeto). Os resultados evidenciam avanços no ODS 4. Em relação ao ODS 5, a participação feminina (26,3%) revelou que políticas de reserva de vagas são insuficientes de forma isolada, demandando ações ativas para superar barreiras socioculturais e democratizar o ensino de computação.*

1. Introdução

A valorização da Computação na educação básica, alinhada à BNCC [Brasil 2022], impulsiona a busca por estratégias que tornem o ensino de programação acessível e prático. O desenvolvimento do pensamento computacional passou a ser reconhecido como elemento central na formação dos estudantes, exigindo abordagens que superem a exposição teórica e promovam experiências práticas e contextualizadas [Ribeiro et al. 2019]. Esse movimento dialoga diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 4 [Organização das Nações Unidas 2015a], ao promover uma educação de qualidade e o desenvolvimento de competências relevantes para o século XXI. Contudo, essa aplicação enfrenta desafios como limitações estruturais e a carência de modelos metodológicos sistematizados e replicáveis [Atman Uslu et al. 2023].

Nesse contexto, a robótica educacional tem se consolidado como uma estratégia promissora para a introdução de conceitos de programação e algoritmos, ao integrar

teoria e prática por meio da resolução de problemas concretos. Além de favorecer a aprendizagem ativa, iniciativas dessa natureza também podem contribuir para a ampliação da participação de estudantes na área da Computação. Essa perspectiva dialoga com o ODS 5 [Organização das Nações Unidas 2015b], relacionado à Igualdade de Gênero, ao incentivar a inclusão de diferentes perfis de estudantes em atividades tecnológicas.

Este trabalho relata uma intervenção educacional realizada por meio de um projeto de extensão com 40 estudantes do ensino médio. A ação consistiu em uma oficina intensiva de robótica de 15 horas com duas turmas, organizada em três encontros fundamentados em aprendizagem ativa, a atividade buscou introduzir o pensamento computacional e a programação por meio da construção de um robô seguidor de linha.

A originalidade desta experiência reside em três aspectos: (i) a integração entre simulação virtual (via plataforma Wokwi) para validação lógica antes da prototipagem física em chassis de impressão 3D, (ii) a análise da transição de uma linguagem de alto nível (Python) para uma de baixo nível (Arduino) em um regime de curta duração; e (iii) a triangulação de evidências de aprendizagem, combinando autoeficácia percebida, desempenho em *quiz* e a taxa de êxito dos protótipos físicos. O conjunto é um modelo pedagógico replicável, de baixo custo e alta densidade técnica para a educação básica. Todos os artefatos didáticos e arquivos de prototipagem desenvolvidos para esta intervenção encontram-se referenciados ao final do artigo, visando facilitar a replicação da metodologia proposta.

2. Fundamentação Teórica

O pensamento computacional pode ser compreendido como um conjunto de processos cognitivos voltados à formulação de problemas e à construção de soluções passíveis de execução por humanos ou máquinas [Wing 2006]. Estudos recentes indicam que o desenvolvimento dessa competência tem sido reconhecido como essencial na educação básica, destacando habilidades como decomposição, abstração e elaboração de algoritmos, além de discutirem desafios relacionados à sua avaliação e implementação curricular [Cruz et al. 2024, Matos et al. 2025].

Embora sua incorporação aos currículos represente avanço na integração entre a computação e a formação dos estudantes, a literatura aponta que persistem dificuldades na aplicação do conceito no ensino médio [Liu et al. 2024]. Assim, estratégias que associem resolução de problemas a contextos aplicados tornam-se fundamentais para operacionalizar o desenvolvimento efetivo dessas competências.

A robótica educacional, fundamentada no construcionismo, favorece a aprendizagem por meio da construção de artefatos significativos [Papert 1980]. Estudos recentes apontam seu potencial para promover motivação e o pensamento computacional, especialmente em atividades baseadas em projetos [Arruda et al. 2024, Alves et al. 2024]. Contudo, seus resultados dependem do desenho pedagógico e da duração da intervenção, evidenciando a necessidade de metodologias e avaliações mais sistematizadas. Nesse contexto, relatos que detalham procedimentos e instrumentos de avaliação contribuem para compreender seus impactos em ambientes escolares.

A aprendizagem ativa compreende um conjunto de estratégias pedagógicas que posicionam o estudante como agente central do processo formativo [Prince 2004]. Inici-

ativas indicam que tais abordagens apresentam ganhos em áreas STEM quando comparadas ao ensino exclusivamente expositivo [Theobald et al. 2020]. No ensino de computação, metodologias como aprendizagem baseada em projetos e instrução entre pares têm sido associadas ao aumento da retenção conceitual e ao desenvolvimento de autonomia dos estudantes. Contudo, sua efetividade depende de planejamento pedagógico consistente e de alinhamento entre objetivos de aprendizagem, atividades e formas de avaliação, evitando que a ênfase na prática comprometa a consolidação dos fundamentos teóricos.

O suporte pedagógico durante a oficina foi orientado pela noção de *andaime* (*scaffolding*) proposta por [Wood et al. 1976], articulada à concepção de [Vygotsky 1978], na qual a mediação qualificada possibilita ao aprendiz operar em níveis cognitivos que não alcançaria de forma autônoma. Dessa forma, o desenvolvimento do pensamento computacional tende a ser potencializado quando articulado a práticas de robótica educacional estruturadas sob princípios de aprendizagem ativa, constituindo um arcabouço teórico coerente para o planejamento de intervenções educacionais voltadas ao ensino médio.

3. Metodologia

Esta seção descreve os procedimentos adotados para o planejamento, a implementação e a avaliação da oficina de robótica educacional. O estudo caracteriza-se como um relato de experiência com abordagem mista (quali-quantitativa), conduzido no âmbito de um projeto de extensão universitária. A investigação envolveu uma intervenção educacional com estudantes do ensino médio, combinando atividades práticas de programação e robótica, além do uso de instrumentos de coleta de dados aplicados antes e após a oficina. Os procedimentos foram organizados em três fases principais: planejamento, preparação e estruturação, e execução, com uma etapa transversal de avaliação. O panorama geral desse fluxo, detalhando os passos do projeto, pode ser visualizado na Figura 1.

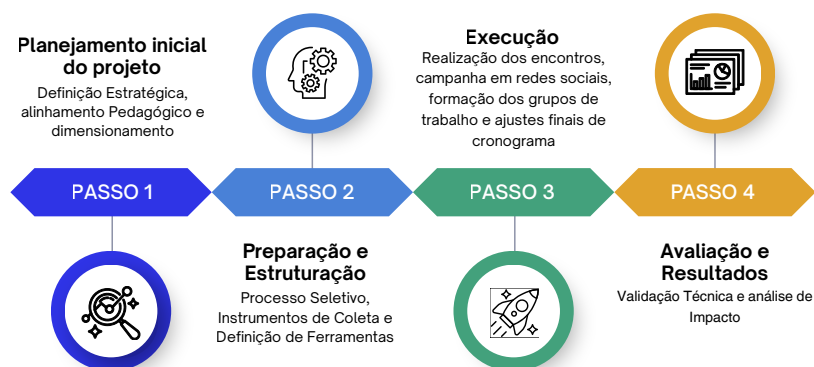


Figura 1. Panorama geral da metodologia

3.1. Planejamento inicial

O estudo tem natureza aplicada e investiga o impacto do ensino de robótica educacional no desenvolvimento da autoeficácia percebida em pensamento computacional e em habilidades relacionadas à lógica de programação em estudantes do ensino médio. Quanto à abordagem, adotou-se uma estratégia quali-quantitativa, com aplicação de questionários para mensurar progresso e engajamento, bem como análise interpretativa das percepções

dos participantes, configurando uma triangulação concorrente entre autoeficácia percebida, desempenho objetivo no *quiz* [Xavier et al. 2023] e taxa de êxito dos protótipos.

A proposta da oficina foi estruturada baseada nas diretrizes da BNCC [Brasil 2022], que enfatizam o desenvolvimento do pensamento computacional. A robótica educacional foi adotada como estratégia de aprendizagem ativa, utilizando a construção de protótipos para materializar conceitos abstratos de lógica e eletrônica [Izidio et al. 2025]. Considerando esse direcionamento e a diversidade de perfis dos participantes, organizou-se um percurso formativo que contemplou desde a revisão de conceitos de programação até atividades práticas de maior complexidade, buscando assegurar uma progressão pedagógica compatível com diferentes níveis de conhecimento prévio.

O plano de aula previu três encontros presenciais para ambas as turmas, com carga horária de 5 horas cada, totalizando 15 horas. A metodologia combinou momentos expositivos, atividades práticas e desafios colaborativos. As atividades foram organizadas de modo a integrar conteúdos técnicos e dinâmicas de trabalho em equipe. A Figura 2 apresenta o conteúdo programático desenvolvido ao longo dos encontros.

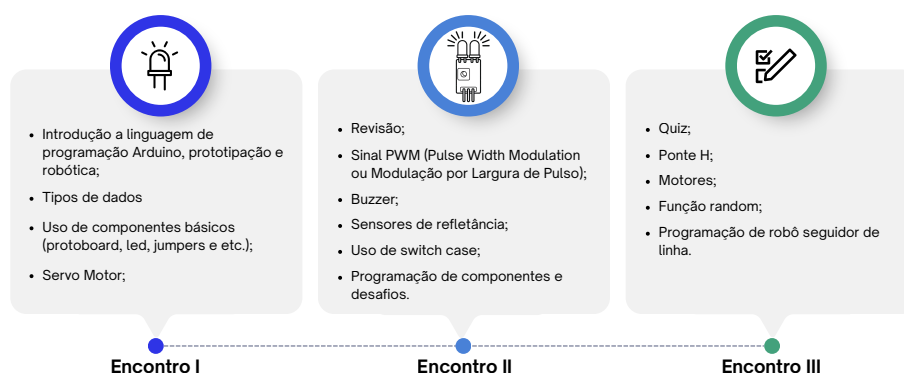


Figura 2. Conteúdo Programático da Oficina de Robótica

3.2. Preparação e estruturação

Para assegurar transparência e equidade no processo de seleção, foi elaborado um edital específico para a oficina. O documento detalhou os objetivos do projeto, os critérios de elegibilidade, o cronograma de atividades e a distribuição das vagas por gênero (45% feminino, 45% masculino e 10% não binário), prevendo a redistribuição de vagas ociosas. A participação foi voluntária, mediante inscrição, com Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) assinado pelos estudantes e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos responsáveis no caso de menores, garantindo anonimato.

A oficina foi avaliada por meio de dois questionários (inicial e final), em escala Likert de quatro pontos, sem opção neutra. O instrumento inicial (Tabela 1) mapeou conhecimentos prévios e expectativas, enquanto o final (Tabela 2) avaliou a autoeficácia percebida após a oficina. Embora compartilhem eixos temáticos, os instrumentos diferem em seu contexto de uso. Os percentuais dos gráficos foram obtidos a partir das frequências das respostas por eixo temático, sem agregação por média individual, mas por consolidação das categorias de resposta por dimensão. A Tabela 3 apresenta os pares temáticos.

A proposta pedagógica seguiu uma progressão de dificuldade, desde fundamentos da lógica e manuseio de LEDs até a integração de sensores analógicos. A implementação

Tabela 1. Perguntas do Questionário Inicial

Q1	Como você avalia sua capacidade de decompor problemas complexos, identificar padrões, analisar e solucioná-los por meio da programação?
Q2	Como você avalia seu desempenho geral em programação e sua capacidade de trabalhar de forma eficiente em equipe?
Q3	Como você avalia sua transição de Python para a linguagem Arduino, sua familiaridade com a sintaxe da linguagem e sua habilidade em utilizar estruturas de controle como <code>if</code> , <code>else</code> e <code>loops</code> ?
Q4	Quão confortável você está ao depurar códigos e interpretar programas escritos por outras pessoas?
Q5	Como você avalia sua capacidade de aplicar conceitos de lógica de programação na resolução de desafios práticos?

Tabela 2. Perguntas do Questionário Final

QF1	Como você avalia sua capacidade de decompor problemas complexos e resolver desafios de programação após sua participação na oficina de robótica?
QF2	Como você avalia a aquisição de habilidades, como trabalho em equipe, criatividade e pensamento lógico, ao longo da oficina?
QF3	Como você avalia seu desempenho na oficina em relação à lógica de programação, especialmente utilizando a linguagem Arduino e estruturas de controle como <code>if</code> , <code>else</code> e <code>loops</code> ?
QF4	Quão confortável você esteve ao depurar erros e interpretar códigos, especialmente ao colaborar com seus colegas nos desafios da oficina?
QF5	Como você avalia o suporte e o atendimento prestado pelos monitores? Você se sentiu confortável para pedir ajuda durante as aulas?
QF6	Como você avalia a combinação de teoria e prática nas aulas? Você acredita que conseguiu absorver bem o conteúdo?

utilizou o Arduino IDE e a plataforma Wokwi para simulação virtual, indo da modelagem digital à prototipagem física em chassis impressos em 3D. Precedendo o desafio final, aplicou-se individualmente um *quiz* formativo *online* de 18 questões de múltipla escolha, validado pelos organizadores quanto à clareza e ao alinhamento pedagógico. O instrumento incluiu itens como a identificação de erros de sintaxe em estruturas `if-else`, a previsão de saída de laços `for` e a interpretação de valores lidos por sensores infravermelhos. A correção foi automatizada, com peso igual para todas as questões, servindo como requisito para a passagem à fase de montagem física dos robôs.

O projeto culminou na construção de um robô seguidor de linha, cujo êxito foi condicionado à conclusão autônoma e ininterrupta do percurso proposto. Esta abordagem foi estruturada para estimular dimensões do Pensamento Computacional alinhadas ao Complemento à BNCC e às diretrizes da SBC [Ribeiro et al. 2022]: (i) *Algoritmos*, no desenvolvimento da lógica de controle dos motores; (ii) *Decomposição*, na segmentação do robô em subsistemas de sensoriamento, processamento e atuação; e (iii) *Abstração*, no uso de bibliotecas e funções de alto nível para gerenciar a complexidade do *hardware*. Esse foco visou capturar não apenas o conhecimento abstrato, mas a capacidade do estudante de aplicar tais conceitos em um cenário de resolução de problemas reais.

3.3. Execução

A divulgação do projeto nas redes sociais ampliou seu alcance e permitiu a participação de estudantes de diferentes localidades, o que resultou no preenchimento integral das vagas disponíveis. Aplicou-se um questionário inicial para avaliar a familiaridade dos partici-

Tabela 3. Mapeamento temático entre os instrumentos pré e pós-oficina

Pré	Pós	Eixo / observação
Q1	QF1	Decomposição de problemas (pré: capacidade genérica; pós: capacidade no contexto da oficina)
Q2	QF2	Trabalho em equipe e lógica (pós inclui também criatividade)
Q3	QF3	Transição Python→Arduino e estruturas de controle
Q4	QF4	Depuração e interpretação de código (pós: colaborativa)
Q5	—	Aplicação de lógica em desafios (sem item equivalente no pós)
—	QF5	Suporte dos monitores (item específico do pós)
—	QF6	Avaliação da combinação teoria/prática (item específico do pós)

pantes com os temas propostos. Com base nos resultados, a primeira aula foi introdutória, e as atividades evoluíram de forma incremental. A oficina ocorreu com aulas presenciais nos laboratórios da unidade acadêmica responsável.

O primeiro encontro abordou conceitos básicos de programação e eletrônica, combinando exposição teórica e atividades práticas de programação e prototipação. No segundo encontro, realizou-se uma revisão dos conceitos antes de avançar para o estudo de sinal PWM (*Pulse Width Modulation*) e seu uso com *buzzers*, além da exploração de sensores de refletância. Para isso, os participantes realizaram a calibração do sensor como preparação para a atividade final. Os alunos também aprenderam a estrutura de controle `switch-case`. As atividades práticas envolveram a integração desses novos conhecimentos, consolidando a relação entre teoria e prática.

No terceiro encontro, os conteúdos foram revisados por meio de um *quiz* interativo. Em seguida, deu-se início ao ensino de conceitos avançados como o funcionamento da ponte H, o controle de motores e a utilização da função `random`. A atividade final consistiu na programação do robô seguidor de linha, na qual os estudantes foram desafiados a trabalhar em equipe e aplicar os conhecimentos adquiridos.

Em cada encontro, os alunos eram desafiados com seis a oito tarefas, organizadas em ordem crescente de complexidade. O suporte veio de graduandos dos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação, que já possuíam conhecimento prévio em lógica de programação e Arduino. Embora a monitoria tenha atuado como *andaime* pedagógico [Wood et al. 1976] para reduzir a carga cognitiva, a autonomia demonstrada pelos grupos na etapa de codificação e montagem do robô, na qual não tiveram auxílio externo, sugere que o domínio técnico foi transferido aos estudantes, e não apenas executado pelos tutores. Na Figura 3, apresentam-se protótipos de carrinhos montados pelos estudantes.



Figura 3. Robôs seguidores de linha construídos pelos alunos

A imagem central da Figura 3 ilustra o percurso preparado para os testes práticos. Ao término das atividades, aplicou-se o formulário final de avaliação, destinado à coleta

de dados sobre a percepção dos participantes quanto à experiência vivenciada, os dados coletados foram posteriormente organizados para análise.

3.4. Cuidados Éticos

Todos os participantes assinaram Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assim como seus responsáveis legais, quando aplicável. A participação foi voluntária, com garantia de anonimato, sigilo dos dados, possibilidade de desistência a qualquer momento sem prejuízo, e uso exclusivamente acadêmico dos dados coletados.

4. Discussão e Resultados

A análise dos resultados indica que a intervenção contribuiu para o desenvolvimento de diferentes dimensões do Pensamento Computacional entre os participantes. Como evidência objetiva de aprendizagem, o *quiz* obteve uma taxa de acertos de 86% na turma da manhã e 85% na turma da tarde, considerando 31 participantes que realizaram a atividade. Esses valores foram calculados a partir da média aritmética das taxas de acertos por questão. O índice indica que a maioria dos estudantes atendeu aos pré-requisitos lógicos antes de realizar o desafio final, de maior complexidade.

Os resultados de percepção foram triangulados com o desempenho objetivo no *quiz* e com a taxa de sucesso na construção dos protótipos físicos, conferindo maior robustez às evidências de aprendizagem. Participaram da oficina 40 estudantes do ensino médio, com idade entre 15 e 20 anos. A análise considerou 37 participantes (92,5% da amostra inicial). A perda de respondentes (atrito de 7,5%) deveu-se à ausência no preenchimento do formulário final por problemas técnicos de conexão no laboratório ou saída antecipada no último dia, não havendo indícios de que a evasão tenha ocorrido por insatisfação. A diferença em relação aos 31 participantes do *quiz* deve-se a ausências pontuais no encontro em que essa atividade foi aplicada.

A política de reserva de vagas (ODS 5) estabeleceu a paridade de gênero, contudo a participação feminina foi de apenas 26,3%, evidenciando que essa medida, isoladamente, é insuficiente para superar as barreiras socioculturais que afastam mulheres das áreas STEM, frequentemente associadas à persistência de estereótipos de gênero [Maciel et al. 2018]. Para ampliar sua efetividade, recomenda-se adotar estratégias de busca ativa, como oficinas nas escolas, campanhas protagonizadas por mulheres e paridade de gênero na equipe de monitores, fortalecendo a representatividade e incentivando a participação das estudantes. Os resultados de autoeficácia inicial (Figura ??) também evidenciam a heterogeneidade da turma.

Em relação à Q1 (decomposição de problemas), aproximadamente 50% dos estudantes avaliaram sua capacidade como mediana, enquanto apenas 6,76% indicaram nível excelente. Na Q2 (trabalho em equipe e lógica), as respostas concentraram-se entre mediana (39,19%) e boa (35,14%). O ponto crítico foi observado na Q3 (transição para Arduino e estruturas de controle), na qual 34,23% avaliaram seu desempenho como ruim, indicando dificuldade técnica inicial significativa, o que motiva a discussão a seguir.

Antes da realização da oficina, os estudantes já haviam tido contato prévio com a linguagem Python por meio de uma iniciativa educacional anterior, embora ainda apresentassem dificuldades em conceitos fundamentais de programação. Assim, a robótica

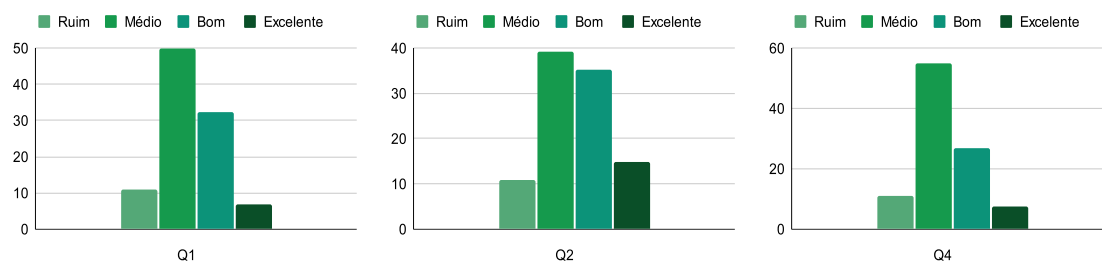


Figura 4. Percepção de autoeficácia antes da oficina de robótica (Q1–Q5)

educacional foi utilizada como estratégia para fortalecer essas competências. A transição para o Arduino trouxe desafios relacionados à declaração explícita de tipos, à sintaxe baseada em chaves e ponto e vírgula, e à lógica de execução associada ao `void loop()`. Tais dificuldades indicam que a familiaridade com Python não implica fluência em programação embarcada, reforçando a necessidade de estratégias pedagógicas que articulem diferentes paradigmas. Após a construção do robô seguidor de linha, o questionário final (Figuras 5 e 6) revelou um aumento das avaliações positivas (Bom e Excelente).

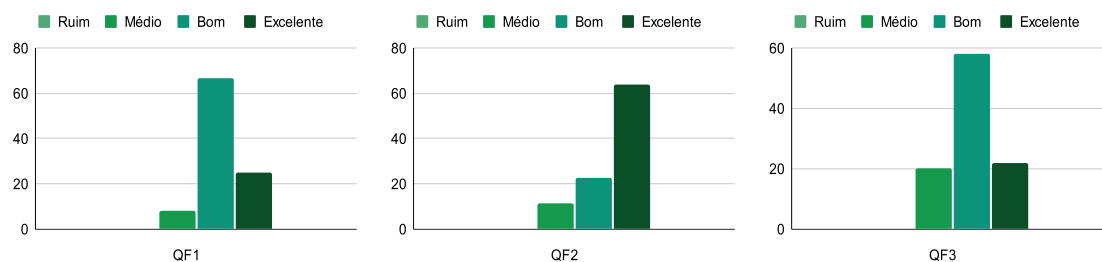


Figura 5. Percepção de autoeficácia depois da oficina de robótica (QF1, QF2, QF3)

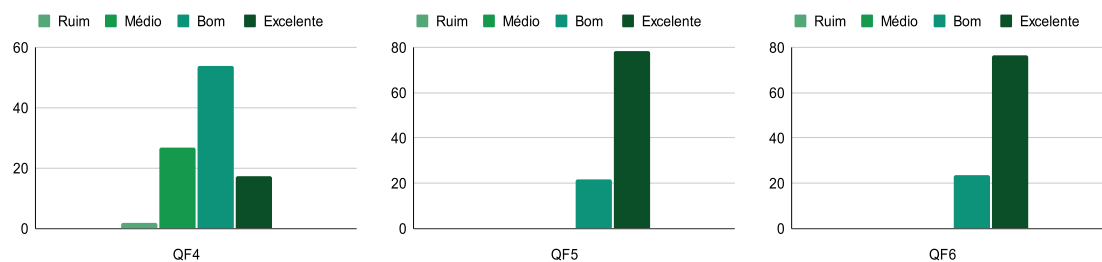


Figura 6. Percepção de autoeficácia do aprendizado, suporte e apoio dos monitores (QF4, QF5, QF6)

Na QF1, que trata da decomposição de problemas, 66,67% dos participantes avaliaram seu desempenho como bom e 25% como excelente, sem registros de avaliações ruins — uma evolução nítida em relação à Q1. Na QF2, 66,04% classificaram seu desempenho como excelente e 22,64% como bom, totalizando 88,68% de avaliações positivas. De forma análoga, na QF3 (domínio de Arduino e *loops*), a percepção inicial de dificuldade foi superada, com 57,97% de avaliações boas e 21,74% excelentes, em contraste com os 44,17% de “ruim” registrados no início.

Na QF4, 53,85% classificaram como bom e 17,31% como excelente, embora 26,92% tenham indicado nível mediano, sugerindo necessidade de reforço na depuração

colaborativa. O suporte dos monitores (QF5) foi um dos pontos mais altos, com 78,43% de avaliações excelentes. A metodologia (QF6) obteve 76,47% de aprovação máxima, validando a eficácia da combinação entre teoria e prática.

Para sintetizar a magnitude das mudanças observadas, a Tabela 4 apresenta a variação descritiva da proporção de respostas positivas (*Bom + Excelente*) nos pares temáticos comparáveis. Os dados confirmam a evolução percebida pelos participantes, com destaque para os ganhos em Arduino/*loops* (Q3→QF3) e em decomposição (Q1→QF1).

Tabela 4. Variação descritiva das respostas positivas (Bom+Excelente) entre pré e pós-oficina

Eixo	Pré (%)	Pós (%)	Δ p.p.
Decomposição (Q1→QF1)	≈ 38	91,67	+53,7
Equipe / lógica (Q2→QF2)	≈ 50	88,68	+38,7
Arduino / <i>loops</i> (Q3→QF3)	≈ 26	79,71	+53,7
Depuração (Q4→QF4)	≈ 30	71,16	+41,2

Além da percepção positiva, o *quiz* técnico apresentou aproveitamento médio de 85%, com erros concentrados em sintaxe, declaração de comandos e identificação de componentes. Esses resultados indicam a necessidade de atividades intermediárias da transição de Python para Arduino, com foco na estruturação do código e na revisão do *hardware*. No desafio prático, seis das sete equipes concluíram o robô com sucesso, a única exceção apresentou dificuldades na calibração dos sensores. A evolução da autoeficácia, o desempenho no *quiz* e o êxito no desafio prático sugerem avanços nas competências dos participantes, corroborando estudos sobre os benefícios da robótica educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional e de competências STEM [Ching and Hsu 2023, Atman Uslu et al. 2023].

Limitações. O estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados: (i) a amostra é não probabilística; (ii) as métricas pré-pós baseiam-se em autoeficácia percebida; (iii) os instrumentos pré e pós, embora tematicamente correlatos, não são estritamente equivalentes, o que limita comparações item-a-item e justifica a leitura por *perfis* de autoeficácia; (iv) não foram aplicados testes de significância estatística (como Wilcoxon), o que restringe a generalização; e (v) a curta duração (15h) impede aferir retenção a longo prazo. Ainda assim, a convergência entre a percepção dos participantes, o desempenho médio de 85% no *quiz* e a taxa de conclusão do desafio final constitui indicador promissor de aprendizagem no cenário investigado.

5. Lições Aprendidas

A oficina evidenciou diretrizes pedagógicas críticas para intervenções curtas em robótica. Destaca-se a eficácia do fluxo híbrido: o simulador *Wokwi* catalisou a autonomia na validação lógica pré-prototipagem, mas a disparidade para a imprevisibilidade física exigiu abstração adicional. Isso materializou-se na equipe que não concluiu o robô devido à sensibilidade da calibração dos sensores, mostrando que a simulação exige um foco complementar no diagnóstico prático de *hardware* (*troubleshooting*). Para apoiar essa transição, o suporte dos monitores estruturado como *andaime* (*scaffolding*) manteve os estudantes

em sua Zona de Desenvolvimento Proximal [Vygotsky 1978]. Ao ressignificar as falhas de *hardware* como dados para depuração em vez de obstáculos, promoveu-se resiliência coletiva e garantiu-se que o avanço técnico fosse fruto de autonomia mediada.

No âmbito interpessoal, a formação de equipes diversas acelerou a resolução de problemas e desconstruiu estereótipos técnicos, gerando estudantes mais comunicativos e confiantes. Por outro lado, a baixa adesão feminina inicial demonstrou que a política de reserva de vagas é insuficiente de forma isolada. Esse cenário indica uma direção concreta de aprimoramento para edições futuras, demandando ações de divulgação ativas e focalizadas nas escolas para garantir uma representatividade mais efetiva desde a fase de inscrições.

6. Considerações Finais

Este relato demonstra que oficinas curtas de robótica, apoiadas por simuladores e aprendizagem ativa, promovem avanços na autoeficácia e no pensamento computacional. O formato de extensão garantiu um ambiente flexível, onde o suporte pedagógico e o fluxo híbrido estimularam a resiliência a erros. A evolução da insegurança técnica inicial para o domínio prático na construção dos protótipos corrobora a viabilidade da progressão adotada.

A iniciativa também alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. No ODS 5, a participação feminina de 26,3% revela que a reserva de vagas isolada é insuficiente para superar barreiras estruturais em STEM. Já no ODS 4, o modelo de baixo custo, unindo simulação virtual e manufatura 3D, provou-se um caminho concreto para democratizar e replicar o ensino tecnológico sem dependência de *kits* caros.

Embora o uso de autoavaliação e a amostra não probabilística limitem a generalização, a triangulação dos dados com o desempenho no *quiz* e o êxito físico dos robôs confere robustez aos achados. Como trabalhos futuros, recomenda-se integrar conceitos de IoT, adotar avaliações externas padronizadas, realizar testes de retenção a longo prazo e aplicar análises estatísticas rigorosas em instrumentos pré e pós-teste equivalentes.

Os materiais utilizados na intervenção como: (i) os arquivos STL dos chassis impressos em 3D; (ii) os materiais didáticos; (iii) o *quiz* formativo aplicado; e (iv) os instrumentos de coleta de dados (questionários pré e pós) estão disponíveis em: Artefatos.

7. Agradecimentos

Agradecemos à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da UFPA pelo suporte financeiro (Proex N.º 05/2024 - Navega Saberes), bem como aos monitores e participantes, cuja dedicação foi essencial para o sucesso do CombuMaker.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

O Grammarly e o Claude foram utilizados para revisão textual e apoio na formatação de tabelas em LaTeX. Todo o conteúdo gerado foi revisado, validado e adaptado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pela versão final deste artigo.

Referências

Alves, E., Silva, J., Valente, W., and Balieiro, A. (2024). Um relato de experiência: ensino de programação e eletrônica básica através de oficinas de robótica em escola pública

- de nível fundamental e médio. In *Anais do XXX Workshop de Informática na Escola*, pages 299–309, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Arruda, J. P. S., Rocha, P. H. D., Francês, R. S. K., and Pinto, V. H. S. (2024). Explorando a robótica para mitigar desafios comportamentais e de aprendizado em programação na graduação. In *Workshop de Informática na Escola (WIE)*, pages 243–253. SBC.
- Atman Uslu, N., Yavuz, G. O., and Koçak Usluel, Y. (2023). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 31(9):5874–5898.
- Brasil (2022). Anexo ao parecer CNE/CEB nº 2/2022: Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - Computação. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação.
- Ching, Y.-H. and Hsu, Y.-C. (2023). Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review. *TechTrends*.
- Cruz, L. S. d., Santana, B. S. d., Bittencourt, R. A., Barreto, A. R., Gomes, K. C., and Santos, J. A. M. (2024). Efeito da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI: uma revisão sistemática da literatura. 32:295–335.
- Izidio, T., Almeida, D., Medeiros, I., Silva, J., Filho, S. A., and Moraes, C. (2025). Pensamento computacional na educação básica brasileira: um panorama pré e pós resolução n.º 1/2022. In *Anais do XXXIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 539–551, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Liu, Z., Gearty, Z., Richard, E., Orrill, C. H., Kayumova, S., and Balasubramanian, R. (2024). Bringing computational thinking into classrooms: a systematic review on supporting teachers in integrating computational thinking into K-12 classrooms. *International Journal of STEM Education*, 11:51.
- Maciel, C., Bim, S. A., and Boscarioli, C. (2018). Histórias para inspirar meninas a seguirem carreira em computação: relatos do programa Meninas Digitais. In *Anais do XII Women in Information Technology (WIT)*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Matos, S., Arruda, J., Puty, C., Filho, R. S., and Pinto, V. (2025). Oficina do futuro - educação em tecnologia para jovens programadores: Um relato de experiência. In *Anais do XXXIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 861–871, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Organização das Nações Unidas (2015a). Objetivo de desenvolvimento sustentável 4: Educação de qualidade. Acessado em: 12 mai. 2026.
- Organização das Nações Unidas (2015b). Objetivo de desenvolvimento sustentável 5: Igualdade de gênero. Acessado em: 12 mai. 2026.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, New York, NY, USA.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3):223–231.
- Ribeiro, L., Cavaleiro, S., Foss, L., Cruz, M., and França, R. (2022). Proposta para implantação do ensino de computação na educação básica no Brasil. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

- Ribeiro, L., de Castro Junior, A. N., Fröhlich, A. A., Ferraz, C. A. G., Ferreira, C. E., Griebler, D., et al. (2019). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o ensino de computação na educação básica. Porto Alegre, RS, Brasil. SBC – Sociedade Brasileira de Computação.
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., et al. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12):6476–6483.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Wood, D., Bruner, J. S., and Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2):89–100.
- Xavier, M., Xavier, B., and Carvalho, P. (2023). Jogo do tipo *quiz* auxilia no engajamento do estudante. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 876–887, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.