

Dos blocos aos códigos: educação em computação e Pensamento Computacional com Tinkercad e Arduino

Adailton Costa¹, Fabrizio Honda¹, Fernanda Pires¹, Marcela Pessoa¹

¹ Escola Superior de Tecnologia - Universidade do Estado do Amazonas (EST-UEA)
ThinkTED Lab - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Emergentes

{acc.lic22, fpires, mspessoa}@uea.edu.br, fabrizio.honda@icomp.ufam.edu.br

Abstract. Introduction: *Although Brazilian legislation advocates for the inclusion of Computing in Basic Education, understanding its concepts is not trivial, requiring the use of effective and engaging strategies. Objective:* We present a case study that investigates how block-based programming technologies (Tinkercad and Arduino), can foster Computational Thinking and computing education through the creation of innovative solutions. **Methodology:** We used a problem-based methodology, involving high school students from a public school in Manaus. **Results:** Positive acceptance of the technologies by the students, improved performance, and reports from teachers that they feel unprepared to teach computing in schools.

Keywords Computing, Tinkercad, Arduino, Computational Thinking.

Resumo. Introdução: *Embora a legislação brasileira preconize a inserção da Computação na Educação Básica, compreender seus conceitos não é trivial, demandando o uso de estratégias eficientes e motivadoras. Objetivo:* Apresenta-se um estudo de caso que investiga como tecnologias de programação em blocos (Tinkercad e Arduino), podem fomentar o Pensamento Computacional e a educação em computação, mediante a criação de soluções inteligentes. **Metodologia:** Utilizou-se uma metodologia baseada em problemas, envolvendo estudantes de Ensino Médio de uma escola pública de Manaus. **Resultados:** Boa aceitação das tecnologias pelos estudantes, melhoria de desempenho e relato de professores não preparados para ministrar computação nas escolas.

Palavras Chave Computação, Tinkercad, Arduino, Pensamento Computacional.

1. Introdução

De acordo com a Lei nº 14.533/2023, torna-se obrigatória a inserção da computação na Educação Básica [Brasil 2023]. Essa mudança na legislação brasileira reforça a importância da área para a sociedade contemporânea, tanto ao uso tecnológico quanto ao raciocínio lógico [França et al. 2014]. A Lei também estabelece o Pensamento Computacional (P.C.) como componente da aprendizagem em computação e preconiza sua inserção nas escolas, em articulação com a BNCC¹. Trata-se de um habilidade fundamental para a resolução de problemas, não restrita a cientistas da computação [Wing 2006].

Em contrapartida, a compreensão dos conceitos de computação não é trivial, mesmo no Ensino Superior. As principais dificuldades dos estudantes incluem: complexidade dos conteúdos, abstração dos conceitos, uso do raciocínio lógico, desconexão

¹Base Nacional Comum Curricular.

entre teoria e prática, limitações metodológicas, entre outras [Casamaximo et al. 2024, Martins et al. 2024, Aguiar et al. 2025]. Esses obstáculos geram desmotivação e podem resultar em evasão e reprovação, principalmente em disciplinas introdutórias de programação [Bennedsen and Caspersen 2019].

Os desafios de aprendizagem em lógica de programação suscitam abordagens lúdicas para motivar e engajar os estudantes. A programação em blocos tem se mostrado uma estratégia satisfatória nesse contexto, capaz de reduzir a abstração dos conteúdos, por meio de *feedbacks* imediatos em ações como: movimentação de personagens, interação com objetos, manipulação de LEDs, entre outros [Pires 2021, Thorgeirsson et al. 2024]. Além disso, estudos demonstram que o uso de tecnologias de programação em blocos (como Scratch, Blockly, Tinkercad) promove o desenvolvimento do P.C. nos estudantes [Santos et al. 2019, Hemann and Bulegon 2023].

Nesse sentido, este trabalho apresenta como questão de pesquisa (QP): “de que forma uma abordagem híbrida de programação em blocos com robótica (Tinkercad + Arduíno) contribui para o fomento da educação em computação e do P.C. no Ensino Médio?”. Um estudo de caso foi conduzido para respondê-la, no contexto de uma escola pública de Manaus, com estudantes do 2º e 3º anos do Ensino Médio (EM). A principal contribuição da pesquisa envolve o uso de uma abordagem híbrida (Tinkercad + Arduíno) para fomentar o P.C. e a aprendizagem em computação, considerando as limitações do contexto escolar (recursos tecnológicos disponíveis e a ausência de profissionais da área).

2. Fundamentação e trabalhos relacionados

Como alternativa à complexidade dos conteúdos de computação, sobretudo em disciplinas de programação, educadores têm optado pelo uso de programação em blocos [Sousa et al. 2020]. Essa estratégia permite reduzir o nível de abstração necessário para compreender os conteúdos, distanciando-se das linguagens tradicionais que possuem sintaxes e pontuação “obscura” [Resnick et al. 2009]. Além disso, a programação em blocos tem relação direta com a teoria de aprendizagem construcionista e a metodologia *learn-by-doing*: colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, facilitando a concretização dos conhecimentos por meio da construção de artefatos de significado pessoal [Papert 1980, Anzai and Simon 1979].

Uma das ferramentas que utiliza programação em blocos é o Tinkercad: uma plataforma web gratuita para construção/projeção de modelos tridimensionais e simulação de circuitos eletrônicos baseados em Arduíno. O sistema exibe placas de circuito com microcontroladores, cujos usuários podem manipular sensores, LEDs e motores de forma interativa, construindo soluções via código. Os algoritmos podem ser elaborados utilizando (i) programação textual, baseada em Arduíno/C++; ou (ii) programação visual, por meio de *drag-and-drop* (arrastar e soltar blocos), podendo alternar entre ambas [Autodesk 2025, Arduino 2025].

Embora o Tinkercad não seja a ferramenta de programação em blocos mais utilizada [Santos et al. 2019, Sousa et al. 2020], permite a simulação de *hardware* (como placas Arduíno) e não requer dispositivos físicos, o que o favorece em ambientes com recursos tecnológicos limitados [Hemann and Bulegon 2023]. Além disso, sua característica híbrida viabiliza seu uso tanto em atividades de programação, quanto de robótica educacional. Estudos demonstram impactos positivos de sua aplicação em sala de aula para o

desenvolvimento do P.C. e aprendizagem de programação, descritos a seguir.

Na pesquisa de Nascimento et al. [2021], analisou-se como a robótica educacional pode tornar a Educação Profissional Técnica de Nível Médio mais acessível no contexto remoto. Os autores ofertaram uma oficina on-line que utilizou o Tinkercad para simulação de circuitos e o Arduino para programação. Um estudo de caso foi conduzido, com coleta de dados via questionário on-line e análise baseada no Discurso do Sujeito Coletivo. A intervenção foi aplicada em um curso técnico integrado ao Ensino Médio do IF Baiano, envolvendo seis estudantes. Os resultados indicam que a simulação auxiliou no entendimento de conceitos de robótica e programação, favoreceu a autonomia, criatividade e trabalho colaborativo, bem como ampliou o acesso em contextos com restrição de recursos físicos.

O trabalho de Hemann et al. [2022] investiga o uso das tecnologias Arduino e Tinkercad para promover a Cultura Digital na Educação Básica, em conformidade com a BNCC. O estudo envolveu a aplicação de uma intervenção pedagógica, abordando: programação introdutória, robótica educacional, Pensamento Computacional e conceitos de Matemática e Física. Os dados foram coletados por meio de diários de bordo ao longo da intervenção, realizada de forma presencial com 20 estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do Rio Grande do Sul. Os participantes foram organizados em grupos e realizaram atividades durante 15 encontros. Os resultados demonstram participação ativa dos estudantes, indicando aprendizagem em programação e desenvolvimento do P.C.

Em Santos et al. [2025], relata-se a experiência de um projeto de extensão, cujo objetivo foi fomentar o Pensamento Computacional por meio de robótica educacional com Arduino e Tinkercad. As atividades foram aplicadas de forma presencial em uma escola pública municipal da Bahia com 20 estudantes do Ensino Fundamental II. Os participantes foram organizados em grupos, utilizando o Arduino para programar circuitos eletrônicos e dispositivos robóticos físicos, e o Tinkercad para as simulações. Os autores realizaram uma avaliação por meio de uma competição de robótica, em que os resultados demonstram progresso dos estudantes em criatividade, resolução de problemas, trabalho em equipe e desenvolvimento do P.C.

Os trabalhos apresentam experiências envolvendo o Tinkercad e o Arduino, cujas principais diferenças e inovações deste trabalho incluem: (i) a condução de um estudo de caso para identificar os impactos de uma abordagem híbrida (Tinkercad + Arduino) no fomento da educação em computação e do P.C.; (ii) a realização de um diagnóstico inicial, triangulando as percepções do professor de Robótica, enquete com estudantes do EM e observações na sala *Maker*; (iii) a caracterização do perfil cognitivo dos estudantes com o Desafio Bebras Brasil; (iv) o uso do Tinkercad para programação e Arduino, considerando a limitação de recursos tecnológicos; e (v) o desenvolvimento de habilidades da BNCC Computação em uma escola que não possui um profissional da área.

3. Metodologia

Um estudo de caso foi conduzido, cujo pesquisador não assume um papel ativo e investiga um fenômeno atual em seu contexto real, utilizando de métodos diversos de coleta de dados [Wohlin 2021]. O trabalho investiga o uso de uma abordagem híbrida de programação em blocos com robótica (Tinkercad + Arduino) para fomentar a educação em computação e o P.C. (caso da pesquisa).

3.1. Contexto, design experimental e participantes

O contexto desta pesquisa está relacionado a um estudante de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), durante o Estágio Supervisionado em Computação II. Essa disciplina é obrigatória no curso, cujo estudante deve cumprir 180h em uma escola e 30h em sala de aula para supervisão, totalizando 210h.

O estagiário frequentou uma escola pública de Manaus que dispõe de 11 salas para o EM, um laboratório de informática interditado e um espaço *Maker* com condições insatisfatórias: somente três computadores e acesso lento à internet. Não há um profissional de Licenciatura em Computação na escola, mas um docente de Matemática/Física que atua como professor de robótica e utiliza a sala *Maker*. O design experimental adotado foi o delineamento quase-experimental [Cook et al. 2002]: seleção por conveniência do grupo específico de estudantes que frequentava o espaço *Maker*, sem randomização. Diante disso, utilizou-se um grupo experimental sem grupo de controle. Os participantes do estudo são sete estudantes² da escola, que frequentavam a sala *Maker* e participavam da equipe de robótica (fenômeno contemporâneo a ser investigado). A faixa etária dos estudantes era de 15 a 18 anos, quatro do gênero masculino (57%) e três do feminino (43%), dos quais duas estudantes do 2º ano do EM (29%) e cinco do 3º ano (71%).

3.2. Procedimentos

Neste estudo, seis etapas foram realizadas, descritas a seguir.

Diagnóstico: o primeiro passo consistiu na realização de diagnósticos para compreender o contexto da escola e dos estudantes. Essa etapa foi dividida em três momentos. No primeiro momento, o professor da sala *Maker* realizou, em horários distintos, cinco perguntas aos estudantes de três turmas do EM. As respostas se deram por meio do levantamento da mão, sendo registradas em um bloco de notas. 44 estudantes responderam às enquetes, dos quais pôde-se observar que: (i) 14% (n=6) já teve contato com programação textual; (ii) 16% (n=7) compreende e utilizou previamente programação em blocos; e (iii) 30% (n=13) relatou interesse em criar uma solução inteligente de simulação de um semáforo. As perguntas e respostas estão disponíveis neste link³.

No segundo momento, o estagiário acompanhou os estudantes durante as atividades realizadas na sala *Maker*, no intuito de observar os comportamentos e interação com os colegas, além de compreender como os recursos tecnológicos eram utilizados. As anotações foram registradas em um diário de bordo, cujas principais observações foram: (i) o espaço não é utilizado com frequência e não há um cronograma de uso. É preciso marcar os dias que os estudantes irão comparecer na sala *Maker*, sem uma rotina pedagógica definida; (ii) os recursos disponíveis são: kit de Robótica, kit de Arduino, três computadores e dois notebooks; (iii) a internet da escola é precária, dificultando o acesso on-line; e (iv) a maioria dos projetos realizados na sala envolve montagem física com linguagem de programação em blocos.

No terceiro momento, um questionário foi aplicado com o professor de Robótica para compreender suas percepções a respeito do ambiente escolar, dos estudantes e da infraestrutura do ambiente. Um Google Forms foi utilizado para coletar as respostas⁴,

²Alguns participantes foram excluídos da amostra por não estarem presentes em todas as etapas.

³Link: Diagnóstico dos estudantes (texto clicável).

⁴Link: Diagnóstico Ambiental - Espaço Maker (texto clicável).

cujo professor relatou que: (i) sua formação é em Física; (ii) não recebeu formação institucional para atuar na sala *Maker*; (iii) as principais dificuldades dos estudantes envolvem falta de conhecimento técnico, medo de errar e desmotivação; (iv) a falta de engajamento de outros professores desencoraja a turma; (v) o espaço não cumpre seu potencial educativo; (vi) os estudantes raramente usam linguagens de programação, compreendem parcialmente a relação programação-projetos *Maker* e eventualmente veem o espaço como relevante; e (vii) a curiosidade é o principal fator que motiva a turma.

Visando identificar padrões e principais obstáculos do contexto do estudo, realizou-se a triangulação dos dados obtidos no diagnóstico. As análises sugerem que: (i) com a ausência de um profissional de computação, os estudantes não tem contato e incentivos a utilizar linguagens de programação. A programação em blocos é utilizada pela simplicidade e expertise superficial do professor; (ii) a turma demonstra-se empolgada em atividades com robótica, sugerindo interesse. Entretanto, outros professores veem a inovação como uma “ameaça”; (iii) a sala *Maker* possui limitações técnicas e não atinge o seu potencial educativo; (iv) não há um cronograma para uso da sala e o professor recomenda uma reformulação docente, sugerindo que o problema envolve a gestão da escola.

Pré-teste: buscou-se caracterizar o perfil cognitivo da turma a respeito de lógica e P.C., para identificar as principais dificuldades de aprendizagem. Para isso, optou-se pelo “Desafio Bebras Brasil”: a versão brasileira de uma iniciativa internacional que promove o desenvolvimento do P.C. e lógica, por meio de uma competição educativa composta por desafios interdisciplinares [Bebras Brasil 2025]. Embora o Bebras não seja um instrumento avaliativo, seu uso permite identificar indícios de aprendizagem relacionados ao raciocínio lógico, organizado em níveis conforme a escolaridade. Diante disso, na sala *Maker*, o estagiário aplicou o Bebras Brasil na versão de 2023, nível “Seniors” (correspondente ao 3º ano do EM), composto por doze questões de múltipla escolha (alternativas de A a D)⁵. Há um sistema de ponderação para as questões, onde as “fáceis” (Q1 a Q4) tem peso 3, “médias” (Q5 a Q8) tem peso 4 e “difíceis” (Q9 a Q12) tem peso 5. A aplicação do pré-teste estendeu-se por, aproximadamente, 2 horas.

Sete estudantes do EM participaram do Desafio, que revelou que: (i) dois estudantes (n=2, 29%) acertaram mais de sete questões, enquanto que a maioria (n=5, 71%) acertou cinco ou menos; (ii) de um total de 48 pontos, a maior pontuação foi 34. Por outro lado, a menor foi 7, além de uma média geral de 18 pontos; (iii) nenhum estudante acertou mais de 2 questões difíceis; e (iv) quatro estudantes (57%) zeraram pelo menos um nível de dificuldade. De forma geral, a média da turma foi de 4.7 questões por estudante e, removendo os mais experientes (E2 e E4), esse valor diminui para 3.2. A turma demonstra que possui conhecimentos introdutórios em lógica de programação e P.C., mas que ainda não são suficientes para garantir autonomia em resolver problemas mais complexos.

Aula de regência: os estudantes demonstraram que possuem conhecimentos em lógica de programação, mas que ainda precisam ser desenvolvidos. Diante disso, nesta etapa realizou-se uma aula de regência, onde o estagiário: (i) conceituou os termos “Lógica” e “P.C.”, em alinhamento com as habilidades da BNCC, detalhando a lógica sequencial, condicional e de repetição, bem como os quatro pilares do P.C., em exemplos do cotidiano; (ii) aplicou desafios práticos envolvendo lógica, pilares do P.C. e con-

⁵Link: Desafio Bebras 2023 - Nível Seniors: 3º ano do Ensino Médio (texto clicável).

ceitos introdutórios de Arduíno, cujos estudantes resolveram com o uso de papel e caneta⁶; (iii) apresentou e demonstrou o Code.org, uma plataforma educacional gratuita que oferece desafios interativos para educação em computação e inteligência artificial [Code.org 2025]. A escolha da plataforma deu-se pela experiência prévia do estagiário e pelos exercícios lúdicos oferecidos, envolvendo programação em blocos; e (iv) criou uma sala para que os estudantes resolvessem os exercícios da campanha Hora do Código: “Mineracraft” (lógica sequencial e de repetição), “StarWars” (condicionais) e “Artista” (pilares do P.C.). A aula, incluindo os exercícios, tiveram duração aproximada de quatro horas.

Dado o tempo disponível na sala *Maker*, os estudantes realizaram somente a primeira atividade do Code.org (“Mineracraft”), onde guiaram personagens para atingir o objetivo das fases, por meio de programação em blocos. A atividade foi realizada em duplas, com exceção de um estudante que a fez de modo individual. Não foi possível realizar anotações no diário de bordo, visto que algumas duplas precisaram de auxílio do estagiário, que atuou como suporte. Após a aula, o estagiário realizou uma roda de conversa com a turma, atuando como mediador. Por meio dos comentários dos estudantes e da observação na realização das atividades, observou que se sentiram engajados. Esse ponto corrobora com a percepção do professor supervisor de que eles motivam-se pela curiosidade e demonstram interesse em atividades dinâmicas.

Planejamento: diz respeito à proposta da intervenção, considerando as observações dos diagnósticos, dificuldades em aprendizagem localizadas no pré-teste e base inicial em lógica de programação na aula de regência. O estagiário reuniu seus achados e propôs uma atividade dinâmica envolvendo a construção de um semáforo inteligente por meio do Tinkercad. Essa proposta foi embasada em fatores como: (i) construir um semáforo possibilita que os estudantes visualizem, de modo concreto, o funcionamento do código aplicado a um objeto presente em seu cotidiano; (ii) o Tinkercad permite simular recursos físicos (como placas Arduíno), o que contorna as limitações tecnológicas da sala *Maker*; (iii) a tecnologia inclui tanto programação em blocos quanto programação textual, além de poder alternar entre ambas; e (iv) a expertise do estagiário com seu uso.

Aplicação: após planejar a intervenção, o estagiário contatou o professor supervisor para aplicá-la na sala *Maker* com os estudantes. Inicialmente, o semáforo implementado previamente pelo estagiário foi exibido no Tinkercad, orientando aos estudantes que deveriam construí-lo. Em seguida, iniciou-se efetivamente a execução da intervenção, que ocorreu em três momentos: (i) os estudantes, em duplas, iniciaram a construção virtual do circuito no Tinkercad e codificaram seu comportamento via programação em blocos; (ii) as duplas fizeram a transição da linguagem em blocos para linguagem textual (C++ adaptada); Embora o Tinkercad permita a “conversão” de blocos para código textual, o estagiário instruiu aos estudantes que fizessem “do zero”, explicando as funções e a saída esperada; e (iii) utilizando o kit de Arduíno disponível no ambiente, realizaram a construção física do semáforo. O Arduino também utiliza linguagem baseada em C++ adaptada, permitindo reaproveitar as estruturas de código geradas no Tinkercad. Após a intervenção, todos os estudantes preencheram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e concordaram com a divulgação de seus dados, de forma anônima e conforme a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), para pesquisas científicas. A aplicação durou aproximadamente seis horas (duas aulas na Sala *Maker* no mesmo dia),

⁶Link: Apresentação com conceitos e desafios (texto clicável).

considerando as três etapas. O link⁷ contém registros da aplicação (rostos anonimizados).

Pós-teste: aplicou-se um pós-teste para comparar os resultados com o pré-teste, visando analisar se a intervenção atingiu seu objetivo pedagógico. Utilizou-se o Bebras Brasil numa versão distinta, mas que exercita os mesmos aspectos de lógica e Pensamento Computacional. Dessa forma, os sete estudantes da sala *Maker* realizaram o Desafio Bebras Brasil, versão 2025, no nível “Seniors”⁸. A aplicação durou cerca de duas horas, cujos resultados são descritos na Seção 4.

3.3. Coleta e análise de dados

Um estudo de caso requer múltiplos métodos de coleta de dados [Wohlin 2021], dos quais foram considerados: (i) dados objetivos – notas ponderadas dos estudantes no pré e pós-teste com o Desafio Bebras Brasil; (ii) registros sistemáticos de comportamento (engajamento, colaboração, persistência e P.C.) e desempenho dos estudantes (lógica, depuração, criatividade e domínio técnico), realizados pelo estagiário através de fichas de observação e rubricas avaliadas ao longo das atividades do projeto; e (iii) dados qualitativos, referentes às observações diretas e anotações registradas no diário de bordo do estagiário.

A análise dos dados envolveu procedimentos diversos: (i) construção de gráficos de barras, comparando o desempenho individual dos estudantes no pré e pós-teste do Desafio Bebras Brasil e a quantidade de questões acertadas por nível de dificuldade; (ii) estatística descritiva, com as médias, medianas, desvio padrão e valores mínimos/máximos das notas das turmas nos testes; e (iii) análise descritiva, tanto dos registros de comportamento e desempenho (fichas avaliativas), quanto das observações e anotações do estagiário, com o apoio de gráficos e tabelas.

4. Resultados e discussões

Um dos resultados alcançados com a abordagem híbrida (Tinkercad + Arduino) foi uma melhora no pós-teste em relação ao pré-teste. A Figura 1(a) apresenta um gráfico de barras, contendo as notas ponderadas dos estudantes para o pré e pós-teste com o Desafio Bebras Brasil. Observa-se que a maioria (n=6, 86%) obteve desempenho superior no pós-teste, sugerindo que as aulas de regência e a aplicação da intervenção com o Tinkercad possam ter contribuído com seus conhecimentos sobre lógica e Pensamento Computacional. Embora E2 não tenha alcançado uma nota mais elevada no pós-teste, ainda apresentou desempenho satisfatório, com a segunda maior nota (25). E1, E3 e E7 destacam-se pelo ganho de mais de 4 pontos em relação ao pré-teste, sobretudo por terem apresentado notas insatisfatórias no primeiro desafio.

Em relação ao nível de dificuldade das questões, a Figura 1(b) exhibe a quantidade de acertos da turma no pré e pós-teste. Com variação de apenas um acerto, os estudantes mantiveram estabilidade nas questões “Fáceis” e “Médias”, podendo indicar que a lógica trabalhada durante as atividades do projeto os auxiliou na fixação dos conhecimentos. As questões “Difíceis” apresentaram uma evolução significativa: cinco acertos a mais do que o pré-teste, demonstrando que a exposição frequente às atividades de programação fomentou o Pensamento Computacional. Os estudantes foram capazes de resolver problemas mais complexos, o que foi mapeado como uma dificuldade na avaliação diagnóstica.

⁷Link: Registros da aplicação (texto clicável).

⁸Link: Desafio Bebras 2025 - Nível Seniors: 3º ano do Ensino Médio (texto clicável).

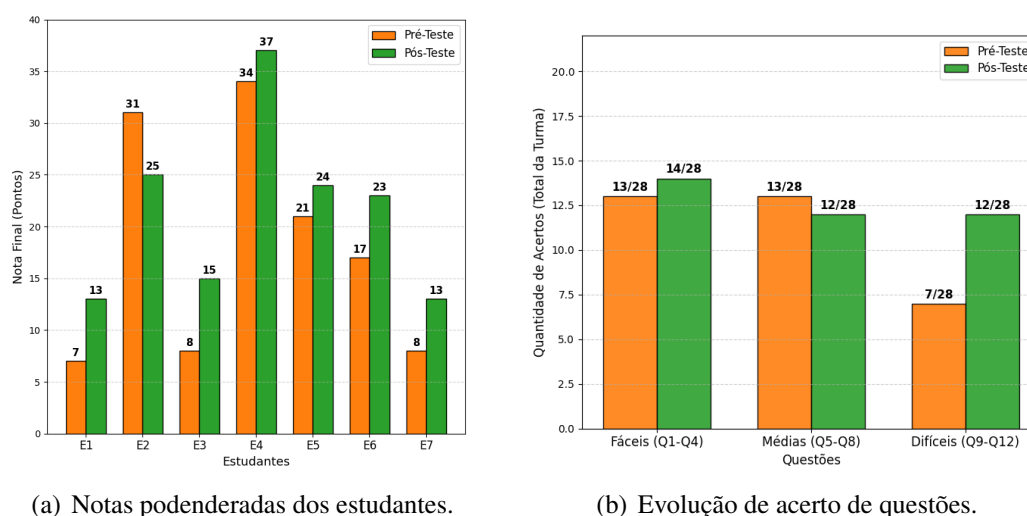


Figura 1. Gráficos de barras comparativos entre o pré e pós-teste.

O link⁹ apresenta a estatística descritiva entre pré e pós-teste, a qual se pode observar que: (i) a média da turma aumentou 3.4 pontos, sugerindo resultados mais satisfatórios no pós-teste; (ii) a mediana 23 representa a nota do “estudante do meio”. Dessa forma, metade da turma obteve notas iguais ou maiores que 24, alcançando, pelo menos, 50% do valor total do desafio; (iii) redução na variabilidade (11.22 para 8.64), indicando nivelamento da turma (menos dispersão de dados); (iv) a nota mínima quase dobrou (7 para 13) em relação ao pré-teste. Supõe-se que o conhecimento prévio adquirido nas atividades (Code.org e intervenção) pode ter auxiliado os estudantes com maiores dificuldades; e (v) houve um pequeno aumento na nota máxima (34 para 37), também indicando uma evolução contínua de E4 (estudante com melhor desempenho no pré-teste).

Durante as atividades realizadas na plataforma Code.org, na programação com o Tinkercad e na construção do Arduino físico, as duplas de estudantes foram avaliadas pelo estagiário, conforme uma ficha de avaliação sistemática¹⁰. Cada métrica contém três itens, com exceção do P.C. que possui quatro itens. Embora o estagiário ainda estivesse em formação, estava em um período avançado do curso e era considerado um especialista em programação, dados seus conhecimentos sólidos na área e experiências com projetos diversos, incluindo programação em blocos.

Nesse aspecto, o link¹¹ apresenta as notas para as métricas relacionadas ao comportamento durante a execução das atividades. E6 não foi incluído na Tabela, pois atuou de forma individual, contudo, o estagiário constatou que precisou de pouco auxílio e conseguiu avançar independentemente. As duplas 2 (E1 e E3) e 3 (E4 e E7) foram as mais constantes, apresentando as maiores notas. Por outro lado, a dupla 1 (E2 e E5) não se aprofundou suficiente no P.C. e não se mostrou tão engajada quanto as demais. O P.C. foi o menos satisfatório, de forma geral, sugerindo que os estudantes precisam de mais exposição a atividades que envolvam resolução de problemas para que possam desenvolvê-lo. Em contrapartida, o engajamento, colaboração e persistência foram bem avali-

⁹Link: Tabelas do estudo (texto clicável).

¹⁰Link: Ficha de Observação Sistemática (texto clicável).

¹¹Link: Tabelas do estudo (texto clicável).

ados, indicando animação da turma com o projeto. Esses pontos reforçam a necessidade de um profissional de computação na escola, tanto em relação às habilidades preconizadas na BNCC, quanto na perspectiva dos estudantes, que mostraram uma boa aceitação e interesse com novas tecnologias.

A Figura 2 também ilustra as notas conforme a ficha de avaliação sistemática, por meio de um gráfico de barras que as organiza por atividade e dupla. É possível observar que as atividades “Code.org” e “Arduíno físico” foram as mais bem avaliadas, sugerindo maior engajamento e colaboração dos estudantes. Em contrapartida, o Tinkercad obteve as notas mais insatisfatórias. Esses pontos podem indicar que o contato prévio dos estudantes com programação em blocos e uso do Arduíno tenham auxiliado durante as atividades respectivas. Já em relação ao Tinkercad, mesmo envolvendo programação em blocos, os estudantes nunca o tinham utilizado, podendo ter ocasionado uma barreira inicial. Além disso, a programação textual pode ter sido um obstáculo, considerando a não familiaridade e pela linguagem menos “dinâmica” e intuitiva como a de blocos.

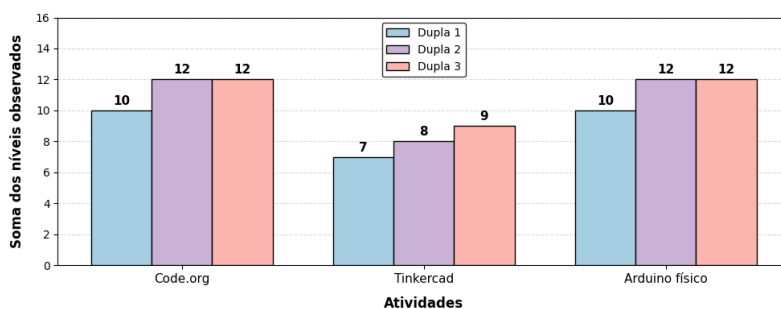


Figura 2. Comparativo de notas das duplas nas atividades.

Quanto às rubricas de desempenho, avaliadas nos níveis 1 (iniciante), 2 (em desenvolvimento) e 3 (avançado), os estudantes apresentaram resultados semelhantes durante o uso do Tinkercad e Arduíno físico. Os valores apresentados a seguir correspondem à soma dos níveis atribuídos às três duplas para cada critério, com o valor máximo de 9 (valor máximo 3×3 duplas). O domínio da interface foi o mais bem avaliado (9), demonstrando facilidade dos estudantes em navegar pelas IDEs. A lógica sequencial e a capacidade de decodificação também foram satisfatórias (8), sugerindo compreensão da atividade do semáforo e identificação de erros no código. A lógica de repetição mostrou-se adequada de forma geral (7), mas com espaço para melhorias. Já a transição da programação em blocos para código textual (6) foi identificada como o critério mais desafiador, corroborando o primeiro contato dos estudantes com esse tipo de codificação.

Em resposta à QP, todas as atividades executadas no estudo (desafios na aula de regência, Code.Org, Tinkercad e Arduíno) contribuíram para o fomento da educação em computação e Pensamento Computacional, por meio de programação em pares, exercícios contextualizados, elementos lúdicos e exposição a novas tecnologias. 86% ($n=6$) dos estudantes apresentou desempenho superior no pós-teste com o Desafio Bebras Brasil, sugerindo um impacto positivo do projeto. Os estudantes conseguiram resolver mais questões difíceis, elevaram a média de notas, diminuíram o desvio padrão e apresentaram notas mínimas maiores. Na percepção do estagiário, os estudantes demonstraram alto engajamento, colaboração e persistência nas atividades, mas ainda precisam de mais exposição a atividades que estimulem o P.C.. O Tinkercad foi bem aceito, de forma geral, mas,

considerando o primeiro contato dos estudantes, pode ter sido mais desafiador. Três habilidades previstas na BNCC Computação puderam ser desenvolvidas com os estudantes durante as atividades, referentes a reconhecimento de padrões (EM13CO01), abstração e decomposição (EM13CO02) e análise de algoritmos (EM13CO03). Todos os pontos corroboram para a necessidade de um profissional capacitado em computação.

As limitações do estudo incluem: (i) o tamanho da amostra, restrito aos participantes que frequentavam a sala *Maker*; (ii) a quantidade de dispositivos tecnológicos disponíveis na escola, que limitou as atividades para serem feitas em duplas; (iii) o tempo disponível, que não permitiu o aprofundamento esperado em programação; (iv) observações em campo não mapeadas, visto que o estagiário precisou de suporte constante para a turma; e (v) a burocracia de acesso à sala *Maker*, principalmente por resistência dos professores, que prejudicou a realização dos exercícios. Apesar dessas condições dificultarem a reprodutibilidade do estudo, não foram variáveis que poderiam ser controladas.

5. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo responder à QP: “de que forma uma abordagem híbrida de programação em blocos com robótica (Tinkercad + Arduíno) contribui para o fomento da educação em computação e do P.C. no Ensino Médio?”. Para isso, conduziu-se um estudo de caso com sete estudantes de uma escola pública de tempo integral de Manaus. Um design quase-experimental foi adotado, considerando a quantidade limitada de participantes que frequentava a sala *Maker* da escola. O contexto da pesquisa está relacionado com a realização do Estágio Obrigatório de um estudante de Licenciatura em Computação da UEA, cujo objetivo é identificar um problema de aprendizagem na escola, propor/aplicar uma intervenção pedagógica e analisar se o problema foi mitigado.

Os procedimentos do estudo incluem: (i) diagnóstico – triangulação entre enquetes orais com estudante do EM, observações na sala *Maker* e percepções do professor supervisor; (ii) pré-teste – aplicação do Desafio Bebras Brasil para caracterizar o perfil cognitivo dos estudantes e identificar problemas de aprendizagem; (iii) aula de regência – introdução aos conceitos, desafios contextualizados e atividades lúdicas com o Code.org; (iv) planejamento – proposta da intervenção: semáforo inteligente com Tinkercad e Arduíno; (v) aplicação – realização da intervenção na sala *Maker*, cujos estudantes construíram o semáforo com programação em blocos, codificação textual e montagem física do Arduíno; e (vi) pós-teste – aplicação de uma versão distinta do Desafio Bebras Brasil, visando comparação com o pré-teste.

Em resposta à QP, os resultados demonstram contribuições positivas da intervenção: a maioria dos estudantes (86%, n=6) apresentaram desempenho superior no pós-teste, aumentando suas médias e valores mínimos. Além disso, demonstraram engajamento, colaboração e persistência nas atividades do projeto, sobretudo no Code.org e construção do Arduíno físico. Por outro lado, o P.C. ainda precisa ser mais trabalhado e os estudantes apresentaram uma leve barreira com o Tinkercad. Três habilidades da BNCC foram trabalhadas durante as atividades. Esses pontos reforçam a necessidade de um profissional de computação na escola, visando que os estudantes tenham mais exposição à área, como a lógica de programação. Trabalhos futuros incluem realizar mais intervenções na escola, em acordo com os professores para que os estudantes possam acessar a sala *Maker* com mais frequência.

6. Agradecimentos

Os autores expressam sua gratidão à Universidade do Estado do Amazonas (UEA) pelo apoio institucional e à PROPESP-UEA pelo suporte financeiro. Agradecem também aos seus colegas do ThinkTED Lab pelas contribuições e discussões que enriqueceram este trabalho. Os autores reconhecem ainda o apoio do centro de pesquisa Nexus, que forneceu recursos materiais essenciais, incluindo espaço físico, computadores e infraestrutura relacionada.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Neste estudo, utilizou-se o ChatGPT, da OpenAI, como ferramenta de apoio à geração de códigos para gráficos e tabelas em formato LaTeX, com o objetivo de reduzir o tempo e o esforço na construção dessas representações. A ferramenta também foi utilizada para auxiliar na reformulação de frases e na tradução de trechos do texto. Os autores assumem integral responsabilidade pela revisão, validação e versão final do trabalho.

Referências

- Aguiar, R. K. B. d., da Silva, T. R., de Lima, R. V., Grosmann, D., de Lima, B. V. A., and de Oliveira, F. B. M. (2025). Métodos de ensino e aprendizagem em redes de computadores—uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE*, 23(1):161–171.
- Anzai, Y. and Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological review*, 86(2):124.
- Arduino (2025). Arduino. <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- Autodesk (2025). Tinkercad. <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- Bebras Brasil (2025). Desafio bebras brasil: Pensar é o primeiro passo. <https://www.bebbrasbrasil.com.br/>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- Bennedsen, J. and Caspersen, M. E. (2019). Failure rates in introductory programming: 12 years later. *ACM inroads*, 10(2):30–36.
- Brasil (2023). Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Diário Oficial da União. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114533.htm. Acesso em: 2025-12-01.
- Casamaximo, R. F., da Silva, P. Z., Michels, J. F. P., and de Barbosa, C. R. S. C. (2024). Avaliação de jogos digitais no ensino de linguagens formais e autômatos. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 538–550. SBC.
- Code.org (2025). Code.org: Free k-12 curriculum for computer science and ai. Acessado em: 14 dez. 2025.
- Cook, T. D., Campbell, D. T., and Shadish, W. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*, volume 1195. Houghton Mifflin Boston, MA.
- França, R. et al. (2014). A disseminação do pensamento computacional na educação básica: lições aprendidas com experiências de licenciandos em computação. In *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 219–228. Sociedade Brasileira de Computação.

- Hemann, L. V. and Bulegon, A. M. (2023). Arduino e tinkercad: recursos potenciais para desenvolver a cultura digital em estudantes da educação básica. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)*, pages 439–450. Sociedade Brasileira de Computação.
- Martins, M. W. P., Marin, R. P. M., and Alves, L. B. (2024). Desafios na aprendizagem de lógica de programação entre estudantes de tecnologia: uma revisão sistemática da literatura. *Revista EDaPECI*, 24(3):12–24.
- Nascimento, A. B. d., Nunes, J. H. F., and Santos, R. B. d. (2021). Robótica educacional na modalidade remota: Um estudo de caso na educação profissional e tecnológica. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Papert, S. A. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic books.
- Pires, F. G. d. S. (2021). Thinkted lab, um caso de aprendizagem criativa em computação no nível superior.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., et al. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11):60–67.
- Santos, G. A. d. and Oliveira, R. M. R. d. (2025). Robótica educacional e pensamento computacional: Uma abordagem prática no ensino fundamental. In *Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)*, pages 118–122. SBC.
- Santos, P. S., Araujo, L. G. J., and Bittencourt, R. A. (2019). Um mapeamento sistemático abrangente de pensamento computacional e programação na educação básica brasileira. Manuscrito não publicado. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335950756_Um_Mapeamento_Sistematico_Abrangente_de_Pensamento_Computacional_e_Programacao_na_Educao_Basica_Brasileira.
- Sousa, L. d. L., Farias, E. J., and de Carvalho, W. V. (2020). Programação em blocos aplicada no ensino do pensamento computacional: Um mapeamento sistemático. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 1513–1522. SBC.
- Thorgeirsson, S., Weidmann, T. B., Weidmann, K.-H., and Su, Z. (2024). Comparing cognitive load among undergraduate students programming in python and the visual language algot. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, pages 1328–1334.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Wohlin, C. (2021). Case study research in software engineering—it is a case, and it is a study, but is it a case study? *Information and Software Technology*, 133:106514.