



Educação STEAM e o uso de hardware aberto: uma experiência no ensino de lógica na Educação Profissional Tecnológica

Ivan Ferreira Martins, Hevilly Andreina Brito de Souza, Ronscley Modesto de Lima



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p539-555>

Artigo recebido em 17 de Junho e publicado em 17 de Julho de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

Em um cenário de rápidas transformações tecnológicas, é preciso pensar educação em formatos que desenvolvam habilidades integradas, um destaque especial está na Educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Math*) que propõe uma abordagem interdisciplinar e ativa. Este estudo teve como objetivo analisar o impacto do uso da metodologia STEAM, aliada ao hardware aberto Arduino, no ensino de lógica de programação em um curso técnico profissionalizante. A pesquisa, de abordagem quali-quantitativa e delineamento exploratório, envolveu 28 estudantes. metodologia consistiu na aplicação de uma atividade prática focada na construção de circuitos com Arduino, projetada para explorar conceitos de lógica de programação. Os dados foram coletados por meio de observação não participante e avaliação sistemática das soluções desenvolvidas pelos grupos de estudantes. Os achados indicaram que a abordagem STEAM, mediada pelo hardware aberto, facilitou o processo de aprendizagem e impulsionou o desenvolvimento de competências essenciais para a área. Observou-se um impacto positivo na compreensão de conceitos abstratos e na capacidade de resolução de problemas, apesar de alguns desafios inerentes à implementação. Concluindo-se que a metodologia STEAM com hardware aberto é uma estratégia pedagógica interessante para o ensino de lógica de programação na Educação Profissional e Tecnológica, contribuindo para uma formação alinhada às demandas do século XXI. Os resultados reforçam a relevância de abordagens ativas e da formação docente para maximizar seu potencial transformador.

Palavras-chave: Educação STEAM; Hardware Aberto; Lógica de Programação; Educação Profissional e Tecnológica; Arduino.



STEAM education and the use of open hardware: an experience in teaching logic in Professional Technological Education

ABSTRACT

In a scenario of rapid technological change, it is necessary to think about education in formats that develop integrated skills, with a special emphasis on STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) education, which proposes an interdisciplinary and active approach. This study aimed to analyze the impact of using the STEAM methodology, combined with Arduino open hardware, in teaching programming logic in a technical vocational course. The research, which had a qualitative-quantitative approach and exploratory design, involved 28 students. The methodology consisted of applying a practical activity focused on building circuits with Arduino, designed to explore concepts of programming logic. Data were collected through non-participant observation and systematic evaluation of the solutions developed by the student groups. The findings indicated that the STEAM approach, mediated by open hardware, facilitated the learning process and boosted the development of essential skills for the area. A positive impact was observed on the understanding of abstract concepts and problem-solving skills, despite some challenges inherent to the implementation. It was concluded that the STEAM methodology with open hardware is an interesting pedagogical strategy for teaching programming logic in Professional and Technological Education, contributing to training aligned with the demands of the 21st century. The results reinforce the relevance of active approaches and teacher training to enhance their transformative potential.

Keywords: STEAM Education; Open Hardware; Programming Logic; Professional and Technological Education; Arduino

Instituição afiliada – Escola do Futuro de Goiás

Autor correspondente: Ivan Ferreira Martins - coordpesquisa.5@efg.org.br

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

Em meio às transformações aceleradas provocadas pelas tecnologias emergentes e pela crescente complexidade dos problemas globais, cresce a demanda por modelos educacionais que formem cidadãos capazes de lidar com desafios inéditos. Em seu relatório sobre habilidades educacionais necessárias até 2030 a OCDE, aponta que preparar os jovens para esse cenário exige o desenvolvimento integrado de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, preparando-os para um mundo em constante transformação (OECD, 2018).

Nesse horizonte, a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Math*) destaca-se por promover uma aprendizagem interdisciplinar, ativa e conectada à realidade, favorecendo a formação de sujeitos críticos e criativos. STEAM, acrônimo para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, propõe a integração dessas disciplinas de maneira contextualizada e prática, visando fomentar a inovação, a criatividade e a resolução de problemas complexos (Aguilera; Ortiz-Revilla, 2021).

No Brasil, as reformas curriculares recentes caminham no sentido de fortalecer o ensino por competências através da EPT (Educação Profissional e Tecnológica), conciliando as exigências do mundo do trabalho com a construção de uma formação humana integral (Pintor, 2023; Venturine; Malaquias, 2022).

Entre os desafios enfrentados pela EPT, destaca-se a necessidade de superar modelos instrucionais fragmentados e conteudistas, que limitam o desenvolvimento integral dos estudantes. Inspirada na ontologia freiriana, a proposta de uma formação omnilateral reforça a urgência de práticas educativas que reconheçam o sujeito como protagonista de sua aprendizagem, em constante diálogo com seu contexto sociotécnico (Urbanetz; Batstos, 2023). Ainda como citado por Urbanetz e Bastos (2023), em *Pedagogia da Esperança*, Paulo Freire defende uma educação crítica, ética e comprometida com a transformação social, fundamentos que se alinham diretamente às demandas contemporâneas por metodologias mais integradas e significativas.

Nesse sentido, a abordagem STEAM, ao articular as diversas áreas do conhecimento de forma interdisciplinar, se apresenta como uma via potente para



concretizar os ideais de uma EPT transformadora, centrada no sujeito e em sua capacidade de atuar criticamente no mundo do trabalho e na sociedade. Como estratégia para facilitar o entendimento e discussão neste trabalho a educação STEAM (Aguilera; Ortiz-Revilla, 2021), será definida como metodologia STEAM.

Uma das maneiras de potencializar a utilização da metodologia STEAM, é o uso de hardware aberto, com destaque para o Arduino, ao proporcionar experiências acessíveis, interativas e personalizáveis de aprendizagem. Hardware aberto refere-se a componentes e plataformas eletrônicas cujo design, esquemas e código-fonte são publicamente disponíveis, permitindo que usuários e desenvolvedores possam modificá-los, aprimorá-los e distribuí-los livremente. O Arduino, é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto baseada em hardware e software flexíveis e de fácil utilização. Ele permite que designers e hobbistas criem objetos interativos ou ambientes, recebendo entradas de uma variedade de sensores e controlando luzes, motores e outros atuadores (González; Calderón, 2019).

Essa combinação permite que os estudantes compreendam conceitos abstratos por meio da experimentação prática. Fundamental para essa experimentação é a lógica de programação, que consiste no conjunto de regras e procedimentos para organizar o pensamento de forma sequencial e algorítmica, permitindo a construção de soluções para problemas (Lloyd, 1984). Essa abordagem rompe com modelos instrucionais passivos e tecnicistas, promovendo uma formação integral, crítica e alinhada às transformações do mundo do trabalho e à cidadania digital (Marques et al., 2021).

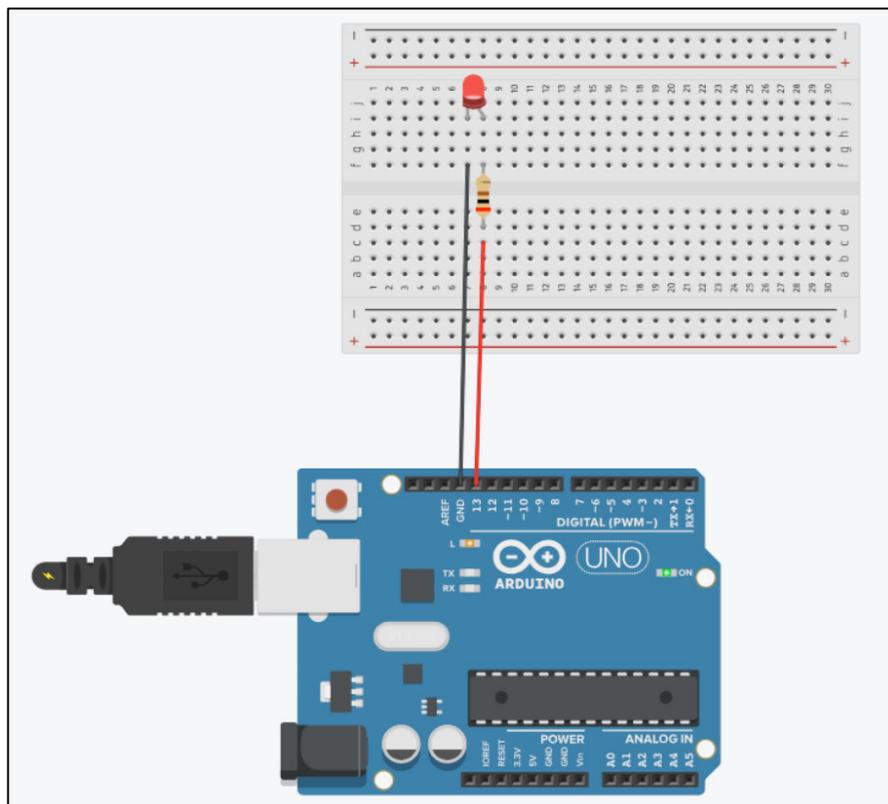
A partir deste entendimento, este estudo propõe analisar o uso da metodologia STEAM no ensino profissionalizante, com a aplicação de hardware aberto Arduino como ferramenta principal para o ensino de lógica de programação. Com um objetivo simples: incentivar a interdisciplinaridade, desenvolver habilidades técnicas e criativas nos alunos, e entender como essa metodologia impacta o aprendizado. Acredita-se, assim, que o estudo possa oferecer uma abordagem nova e gerar dados concretos sobre o tema, fornecendo um modelo prático que escolas, professores e gestores podem seguir para tornar o ensino mais dinâmico e alinhado com as necessidades do mercado.



METODOLOGIA

Para investigar os efeitos da abordagem STEAM na aprendizagem de lógica de programação no ensino técnico, foi desenvolvida uma atividade prática utilizando hardware aberto como recurso didático central. A proposta consistiu na elaboração de um conteúdo introdutório sobre lógica de programação, estruturado em torno de conceitos como variáveis, estruturas condicionais e controle de fluxo. Esses conceitos foram explorados por meio da construção, pelos próprios alunos, de um circuito simples com Arduino, programado para ligar e desligar um LED. Essa atividade buscou promover a compreensão conceitual de maneira concreta, aliando teoria e prática em um ambiente de aprendizagem ativo, colaborativo e interdisciplinar, conforme os princípios da abordagem STEAM. A figura 1 apresenta a proposta inicial de circuito a ser construída pelos alunos.

Figura 1: Circuito inicial proposto para os estudantes



A figura 2 apresenta o código inicial que serviu como referência didática para o ensino dos fundamentos da lógica de programação. Nele, os alunos puderam explorar conceitos como declaração e atribuição de variáveis, estruturas condicionais e estruturas de repetição, incluindo a noção de condição de parada.



Figura 2: Código inicial proposto para os estudantes

```
1 // C++ code
2 //
3
4 //define porta digital do led
5 int pinLED = 13;
6
7 void setup()
8 {
9     // Define a porta do led como saída
10    pinMode(pinLED, OUTPUT);
11 }
12
13 void loop()
14 {
15     //Acende o Led
16    digitalWrite(pinLED, HIGH);
17
18     // Aguarda intervalo de tempo de 1 segundo em milisegundos
19    delay(1000);
20
21     // Apaga o Led
22    digitalWrite(pinLED, LOW);
23
24     // Aguarda intervalo de tempo de 1 segundo em milisegundos
25    delay(1000);
26 }
```

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem quali-quantitativa e delineamento exploratório, conforme os pressupostos metodológicos de Mason (2010). Participaram da investigação 28 estudantes de um curso técnico em Desenvolvimento Web e Cibersegurança, oferecido concomitantemente ao ensino médio pelo governo do estado de Goiás. Os dados foram coletados através de duas abordagens complementares: observação não participante e avaliação das soluções desenvolvidas pelos estudantes.

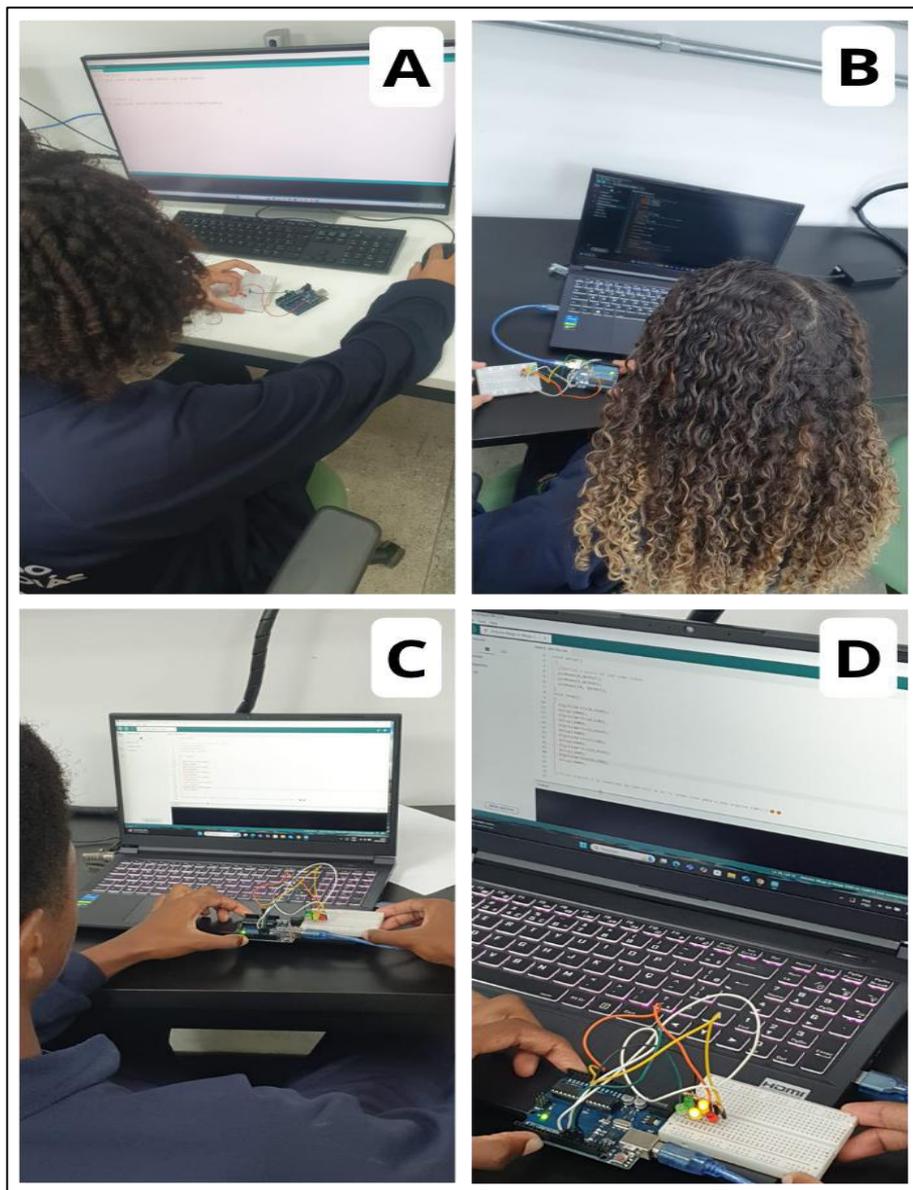
A observação não participante foi realizada pelo pesquisador, que esteve presente no ambiente de aula durante a execução das atividades. O objetivo foi registrar de forma sistemática o comportamento dos grupos, as interações entre os estudantes, as dificuldades emergentes e as estratégias de resolução de problemas que foram adotadas, sem qualquer intervenção direta na dinâmica. Esse processo visou capturar as interações e os fenômenos pedagógicos em seu contexto natural.

Paralelamente, a avaliação das soluções consistiu na análise dos artefatos produzidos pelos grupos: os circuitos montados e os códigos de programação desenvolvidos. Essa avaliação foi pautada por critérios objetivos relacionados à funcionalidade do circuito a saber: a) ligar/desligar o LED corretamente; b) capacidade



de adicionar mais LEDs; c) implementação de temporizadores para piscar o led; e d) à correção sintática do código. Os resultados dessa avaliação foram categorizados e quantificados para mensurar o desempenho dos grupos na resolução dos desafios propostos, focando na habilidade de aplicar as instruções iniciais para solucionar problemas. A figura 3 apresenta alunos trabalhando em soluções conforme a solicitação inicial do professor.

Figura 3: Estudantes trabalhando na produção dos seus circuitos com base na orientação do professor. A: Circuito inicial; B: Adaptação do código; C e D: Adição de vários leds.



A análise dos dados seguiu uma abordagem mista para integrar as informações qualitativas e quantitativas. Para os dados qualitativos, derivados da observação não participante, utilizou-se a análise de conteúdo (Caregnato; Mutti, 2006). O objetivo foi



identificar padrões de comportamento, percepções dos alunos, inferidas por suas ações e interações, dificuldades recorrentes, níveis de engajamento e indícios de aprendizagem significativa e de desenvolvimento de competências técnico-criativas. Neste sentido, foi usado a sequência didática apresentada no quadro 1.

Quadro 1: Sequência didática utilizada para a explicação do projeto inicial e desenvolvimento da atividade

ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Instrução Inicial	Introdução teórica a programação estruturada, componentes do Arduino, resistores e LEDs.
Formação de Grupos	Alunos divididos em grupos; cada grupo recebeu um kit com Arduino, jumpers, leds, resistores e um notebook.
Atividade Guiada	Montagem e programação de um circuito simples com auxílio do professor para acender um Led.
Desafio Proposto	Alunos deveriam resolver: “É possível adicionar mais LEDs?” “É possível fazê-los piscar com temporizadores?”
Intervenção Docente	Apoio pontual do professor aos grupos com maiores dificuldades.
Avaliação Final	Observação dos resultados, análise das soluções e coleta de percepções dos alunos sobre a atividade.

Para os dados quantitativos, obtidos da avaliação das soluções, foram utilizadas estatísticas descritivas, como frequências absolutas e relativas percentuais, para sumarizar o desempenho dos grupos na execução da atividade. A integração dos dados qualitativos e quantitativos permitiu uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos efeitos da metodologia STEAM no ensino de lógica de programação. O procedimento de coleta de dados, teve como foco a análise da dinâmica dos grupos e dos artefatos desenvolvidos



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados coletados, combinando a avaliação objetiva das soluções desenvolvidas pelos alunos com as observações não participantes do pesquisador, permitiu uma compreensão multifacetada dos efeitos da abordagem STEAM no ensino de lógica de programação. Os diferentes níveis de desempenho e engajamento dos alunos durante a implementação da proposta pedagógica foram detalhados na tabela 1 que sintetiza os resultados observados ao final da execução da atividade, categorizando as duplas de estudantes conforme seu desempenho na montagem do circuito e programação do LED.

Tabela 1: Observações do desenvolvimento da atividade realizada pelos estudantes

Categoria	Observação	Duplas	Percentual
Resolveram o problema sem ajuda	Demonstraram autonomia técnica e compreensiva na resolução do desafio.	7	50%
Precisaram de apoio na montagem do circuito	Apresentaram dificuldades operacionais, mas compreenderam o desafio.	4	28,6%
Cometeram erros de sintaxe no código	Domínio conceitual adequado, mas com falhas de escrita de código.	1	7,1%
Consideraram o problema difícil e perderam o foco	Necessitaram de intervenção direta para realizar a atividade.	2	14,3%

Os resultados demonstram que metade das duplas (50%) conseguiu resolver o desafio proposto com autonomia, evidenciando a apropriação dos conceitos de lógica de programação aplicados ao contexto prático. Estes resultados reafirmam os achados de Aguilera e Ortiz-Revilla (2021), que identificaram taxas semelhantes de resolução autônoma de problemas em ambientes de aprendizagem baseados em STEAM. A capacidade desses estudantes de transpor conceitos abstratos para aplicações práticas sugere que a abordagem facilitou o desenvolvimento do pensamento computacional,



que foi impulsionado através da utilização de componentes físicos, contribuindo para a compreensão de conceitos abstratos (Brackmann; Caetano; Silva, 2020; Pinheiro; Soares, 2022).

Complementando os dados quantitativos de desempenho, a observação não participante permitiu uma análise aprofundada do engajamento e das dificuldades enfrentadas pelos alunos. Foi notável o alto nível de engajamento manifestado pelos participantes, evidenciado pelo comportamento exploratório e pela persistência diante de dificuldades iniciais. As duplas que avançaram na atividade demonstraram particular entusiasmo ao visualizar o resultado concreto de seu código, LEDs acendendo conforme programado, destacando como elementos tangíveis podem aumentar a motivação na aprendizagem de programação (Dias et al., 2024; Pinheiro; Soares, 2022). O que sugere um impacto positivo da materialização dos conceitos abstratos de programação através do hardware aberto como forma potencializar a construção de significado.

No entanto, a observação também revelou dificuldades, que se refletiram nos resultados de desempenho da Tabela 1. As principais dificuldades podem ser categorizadas em três dimensões: dificuldades técnico-operacionais, dificuldades conceituais-sintáticas e dificuldades motivacionais-atitudinais.

As dificuldades técnico-operacionais representaram aproximadamente 28,6% das duplas, com necessidade de intervenção na montagem, as duplas apresentaram desafios na montagem física do circuito, especialmente na identificação correta dos componentes e conexões, o que reitera a necessidade de maior familiarização com componentes eletrônicos básicos, como pode ser observado na discussão de estruturas operacionais de Piaget (Gomes; Bellini, 2009).

Em segundo lugar, as dificuldades conceituais-sintáticas: embora apenas uma dupla (7,1%) tenha demonstrado problemas específicos com a sintaxe de programação, percebeu-se que os erros estavam predominantemente relacionados à compreensão da linguagem no contexto da plataforma Arduino, alinhando-se às observações de González e Calderón (2019) sobre as dificuldades iniciais no aprendizado de linguagens específicas para hardware.

Por fim, as dificuldades motivacionais-atitudinais: as duas duplas (14,3%) que consideraram o problema difícil e perderam o foco demonstraram comportamentos de



perda de atenção e desistência quando confrontadas com desafios mais complexos. O que se relaciona ao que Blikstein et al. (2017) e Blikstein, Valente e Meireles(2020) discutem sobre a importância do apoio e da mediação pedagógica em ambientes *maker* e STEAM. Nesses ambientes, o enfrentamento de problemas desafiadores pode gerar frustração e, sem estratégias adequadas de *scaffolding*, orientação e suporte do mediador, há risco de desmotivação. Assim, evidencia-se a necessidade de acompanhamento personalizado para favorecer a superação dos obstáculos e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes (Blikstein et al., 2017; Blikstein; Valente; Meireles, 2020).

A análise das soluções desenvolvidas pelos estudantes, aliada à observação da progressão de trabalho dos grupos, evidenciou uma maior sofisticação técnica e criativa ao longo do processo. As duplas que inicialmente solucionaram o problema básico — acender e apagar um LED —, rapidamente exploraram novos desafios, incorporando estruturas condicionais aninhadas, temporizadores variáveis, expansão para múltiplos LEDs com padrões diferentes e soluções criativas, como simulação de semáforos. Essa evolução, embora não planejada de forma linear, reflete o ambiente de aprendizagem estimulado pela abordagem STEAM, que favorece o aprofundamento gradual dos saberes e a integração criativa entre conceitos de diferentes áreas, conforme observado nas práticas investigativas e colaborativas propostas por Pintor et al. (2023) e Pinheiro; Soares (2022).

Nesse modelo pedagógico, o estudante é incentivado a explorar, experimentar e avançar em complexidade de forma espontânea, à medida que ganha confiança e domínio das ferramentas e conceitos apresentados.

Os resultados desta pesquisa, a partir da integração dos dados de desempenho quantitativos e das observações qualitativas, oferecem contribuições significativas para repensar o ensino de lógica de programação em contextos de educação profissional. A eficácia da abordagem STEAM mediada por hardware aberto evidencia-se em três dimensões pedagógicas principais. Primeiramente, a materialização de conceitos abstratos: a utilização de componentes físicos (Arduino, LEDs, resistores) como mediadores da aprendizagem de conceitos abstratos de programação demonstrou-se particularmente eficaz no contexto do ensino técnico. A observação direta da interação



dos alunos com esses componentes e a análise do sucesso na transposição de conceitos abstratos para o concreto reforçam a ideia de Papert de que a construção de objetos tangíveis facilita a apropriação de conceitos (Elias & Lemos, 2024). Esta materialização revelou-se especialmente relevante para o perfil dos estudantes do ensino técnico concomitante ao ensino médio, que frequentemente apresentam dificuldades com o alto nível de abstração característico da programação tradicional (Santos; Paulino, 2023), sendo que a abordagem *hands-on* proporcionada pelo STEAM criou pontes cognitivas entre o abstrato e o concreto, facilitando o desenvolvimento do que Chang et al. (2023) denominam "*fluência representacional*".

Em segundo lugar, observa-se o desenvolvimento de competências técnico-criativas integradas: a análise do desempenho diversificado e a variedade nas soluções criativas desenvolvidas pelos estudantes evidenciaram o desenvolvimento simultâneo de competências técnicas, domínio da sintaxe de programação, compreensão de circuitos, e resolução criativa de problemas e ideação de novas funcionalidades. Essa integração representa um avanço significativo em relação aos modelos tradicionais de ensino técnico, frequentemente criticados pela dicotomia entre o desenvolvimento de habilidades técnicas e criativas (Venturine; Malaquias, 2022). Esta evolução nas soluções reflete como ambientes de aprendizagem baseados em STEAM, mediadas por tecnologias abertas e inteligência artificial, podem promover o desenvolvimento integrado de competências técnicas e criativas. Conforme demonstrado por Fruett et al. (2024) no projeto *BitDogLab*, a combinação de hardware aberto com atividades práticas favorece o empoderamento dos estudantes, estimulando sua autonomia, criatividade e confiança progressiva na exploração e criação de soluções tecnológicas inovadoras.

Finalmente, a abordagem promoveu a autonomia e agência no processo de aprendizagem: um aspecto particularmente relevante dos resultados foi a autonomia observada na maioria das duplas, que progressivamente desenvolveram estratégias próprias para abordar e resolver os desafios propostos, culminando no alto índice de resolução autônoma (50%). Este desenvolvimento de autonomia está alinhado com o que Martin (2015) identifica como "*agência maker*" — ou seja, a capacidade de se perceber como criador ativo de tecnologia, assumindo papel protagonista no processo de inovação (Martin, 2015; Valente e Blikstein, 2019). No contexto do ensino técnico profissionalizante, tal agência (*'agency'*), enfatizada por Valente e Blikstein (2019),



contribui para a formação de profissionais capazes de se adaptar de forma autônoma e criativa às rápidas transformações tecnológicas do mercado de trabalho contemporâneo.

Apesar dos resultados promissores, algumas limitações foram identificadas nesta implementação da abordagem STEAM, incluindo o tempo limitado para exploração, devido à estrutura curricular do curso técnico que restringiu o tempo disponível para aprofundamento; a infraestrutura tecnológica, pois, embora os kits Arduino sejam de baixo custo, ainda representam um investimento significativo para implementação em larga escala na educação pública; e a formação docente, uma vez que a implementação bem-sucedida da abordagem STEAM requer docentes com formação interdisciplinar, um perfil ainda escasso no corpo docente da educação profissional brasileira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciaram que a integração da abordagem STEAM com hardware aberto promoveu significativamente a materialização de conceitos abstratos de programação, facilitando a compreensão dos estudantes através da experimentação prática. Observou-se, ainda, um notável desenvolvimento de competências técnico-criativas e o fomento da autonomia e agência dos estudantes, manifestado pela sua capacidade de resolver desafios de forma independente e criativa.

Essas contribuições ressaltam o potencial transformador da metodologia STEAM no ensino técnico profissionalizante. Sugere-se, portanto, sua maior integração nos currículos e nas práticas pedagógicas, acompanhada de um investimento contínuo em capacitação docente e na provisão de recursos tecnológicos acessíveis, visando um aprendizado que alie teoria e prática de modo eficaz.

É importante reconhecer as limitações inerentes a este estudo, como o tempo restrito de aplicação, os desafios relacionados à infraestrutura tecnológica e a necessidade premente de formação docente especializada em metodologias STEAM. Tais fatores podem impactar a escalabilidade e a generalização dos resultados obtidos. Para futuras investigações, sugere-se a realização de estudos longitudinais que possam acompanhar o desenvolvimento dos estudantes por períodos mais extensos, bem como



a replicação da pesquisa em outros contextos da EPT e em diferentes faixas etárias.

Em última análise, este estudo reafirma a potência da metodologia STEAM com hardware aberto como um caminho promissor para aprimorar o ensino de lógica de programação. Ao fomentar a interdisciplinaridade, a criatividade e a autonomia, os estudantes são preparados para o mercado de trabalho, e ainda se tornam indivíduos críticos, inovadores e protagonistas em um mundo crescentemente digitalizado e interconectado.

Financiamento: Governo do Estado de Goiás e Universidade Federal de Goiás, responsáveis pela execução do Convênio 001/2021 SECTI-UFG-FUNAPE

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, D.; ORTIZ-REVILLA, J. STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review. *Education Sciences*, v. 11, n. 7, p. 331, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>.
- ANDRIOLA, W. B. Impactos da robótica no ensino básico: estudo comparativo entre escolas públicas e privadas. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 27, p. e21050, 2021.
- BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J.; MOURA, É. M. de. Educação maker: onde está o currículo? *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523–544, 2020.
- BRACKMANN, C. P.; CAETANO, S. V. N.; SILVA, A. R. D. Pensamento computacional desplugado: ensino e avaliação na educação primária brasileira. *RENOTE*, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 636–647, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.99894>.
- CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto & Contexto – Enfermagem*, v. 15, n. 4, p. 679–684, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072006000400017>.
- CHANG, C.-Y. et al. Investigating the impact of design thinking-based STEAM PBL on students' creativity and computational thinking. *IEEE Transactions on Education*, v. 66, n. 6, p. 673–681, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3297221>.
- DINU, C.; PETRE, V. C. Educational platform for developing and prototyping electronic assemblies. In: *2018 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE)*, Iasi, 2018. Anais [...]. Iasi: IEEE, 2018. p. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1109/EPE43946.2018.9044167>.



DIAS, M. A. D. et al. Robotics and programming: empowering students with essential skills for the technological future. *ARACÊ*, v. 6, n. 2, p. 2566–2580, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/arev6n2-125> .

ELIAS, C. L.; LEMOS, A. S. As premissas construcionistas de Seymour Papert e a computação na educação básica: o que o passado nos ensina? *SciELO Preprints*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9231>.

FRUETT, F. et al. Empowering STEAM activities with artificial intelligence and open hardware: the BitDogLab. *IEEE Transactions on Education*, v. 67, n. 3, p. 462–471, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1109/TE.2024.3377555> .

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 2, p. 2301.1–2301.10, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200002> .

GONZÁLEZ, I.; CALDERÓN, A. J. Integration of open source hardware Arduino platform in automation systems applied to smart grids/micro-grids. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, v. 36, art. 100557, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.100557>.

LLOYD, J. W. *Foundations of logic programming*. Berlim: Springer-Verlag, 1984. (Symbolic Computation).

MARCUS, H. R. et al. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, v. 26, n. 3, p. 718–741, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772021000300005>.

MARTIN, L. The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, v. 5, n. 1, art. 4, 2015. DOI: <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>.

MASON, P.; AUGUSTYN, M.; SEAKHOA-KING, A. Exploratory study in tourism: designing an initial, qualitative phase of sequenced, mixed methods research. *International Journal of Tourism Research*, v. 12, p. 432–448, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/jtr.763>.

OECD. *The future of education and skills – Education 2030*. Paris: OECD, 2018.

Disponível em:

https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/06/the-future-of-education-and-skills_5424dd26/54ac7020-en.pdf . Acesso em: 16 mar. 2025.

PINHEIRO, R. S. G.; SOARES, M. H. F. B. Colaboração educativa: uma proposta metodológica para ensino e pesquisa baseados na robótica pedagógica, epistemologia



genética e educação libertadora. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 28, p. e22027, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320220027>.

PINTOR, T. A. de S. et al. Metodologia STEAM como abordagem para uma educação investigativa no 1º ano do ensino fundamental. In: *XII Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento – XII CICTED*, 2023. Anais [...]. DOI: <https://doi.org/10.29327/XIICICTED23.716216>.

SANTOS, L. M. M.; PAULINO, O. F. O STEAM como método de ensino numa abordagem sobre unidades de medidas e grandezas. *REMATEC*, Belém, v. 18, n. 43, p. e2023021, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023021.id493>.

URBANETZ, S. T.; BASTOS, E. N. M. Paulo Freire e a educação profissional técnica e tecnológica. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 16, e2116602, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5212/praxeduc.v.16.16602.011>.

VALENTE, J. A.; BLIKSTEIN, P. Maker education: where is the knowledge construction? *Constructivist Foundations*, v. 14, n. 3, p. 252–262, 2019. Disponível em: <https://constructivist.info/14/3/252>.

VENTURINE, C.; MALAQUIAS, I. S. História da ciência, educação STEAM e literacia científica: possíveis intersecções. *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, v. 25, p. 196–208, 2022. DOI: <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2022v25espp196-208>.