

Robô Educacional de Baixo Custo para Ensino de STEAM em Escolas Públicas

Low-Cost Educational Robot for STEAM Education in Public Schools

**Maurício Santos Passoni¹, Bruno Alves Pesse Libardi¹, Ianne Lima Nogueira¹,
Anderson de Souza Lima¹**

¹Instituto Federal Fluminense – *campus* Bom Jesus do Itabapoana (IFF)
Bom Jesus do Itabapoana – RJ – Brasil

m.passoni@gsuite.iff.edu.br,
brunoaplibardi@gmail.com, {ianne.nogueira, anderson.lima}@iff.edu.br

Abstract. *Introduction:* Educational robotics is an effective strategy for teaching STEAM, but its high cost hinders adoption in public schools. Low-cost solutions can expand access and promote digital inclusion. **Objective:** To develop an affordable educational robot with a 3D-printed structure and programming in mBlock to support STEAM education. **Methodology:** The project uses Arduino and simple sensors. Teaching materials aligned with the BNCC are also being developed. The solution will be validated through workshops with elementary and high school students. **Expected Results:** To expand access to educational robotics, foster student interest in technology, and provide all resources freely for replication.

Keywords: Educational Robotics, Arduino, STEAM

Resumo. *Introdução:* A robótica educacional é uma estratégia eficaz para o ensino STEAM, mas seu alto custo dificulta a adoção em escolas públicas. Soluções de baixo custo podem ampliar o acesso e promover inclusão digital. **Objetivo:** Desenvolver um robô educacional acessível, com estrutura em impressão 3D e programação no mBlock, para apoiar o ensino de STEAM. **Metodologia:** A proposta utiliza Arduino e sensores simples. Também estão sendo produzidos materiais didáticos alinhados à BNCC. A validação ocorrerá em oficinas com turmas do ensino fundamental e médio. **Resultados Esperados:** Ampliar o acesso à robótica educacional, estimular o interesse por tecnologia e disponibilizar gratuitamente todos os recursos para replicação.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Arduino, STEAM

1. Introdução

A robótica educacional tem se consolidado como ferramenta pedagógica para o desenvolvimento de competências essenciais no século XXI, ao integrar áreas como Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (do inglês STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Essa abordagem interdisciplinar estimula o pensamento computacional, a criatividade, a resolução de problemas e a colaboração entre alunos por meio de experiências práticas e motivadoras [Vieira, Viera & Mendes, 2024].

O enfoque em STEAM se justifica pela capacidade da robótica de articular habilidades técnicas e criativas em atividades integradas, que vão da montagem física, envolvendo conceitos de engenharia e matemática [Dorlivete et al. 2023], à resolução de desafios programáveis que demandam conhecimentos de tecnologia e lógica. Além disso, a possibilidade de personalização estética e narrativa amplia o campo para a expressão artística e o desenvolvimento criativo dos estudantes [Mendes et al. 2022].

Apesar de seu potencial pedagógico amplamente reconhecido [Bers et al. 2014; Atmatzidou et al. 2018], a adoção da robótica educacional ainda enfrenta barreiras significativas em contextos escolares de baixa infraestrutura, especialmente na rede pública. O alto custo de kits comerciais, como LEGO® Mindstorms e VEX®, somado à carência de formação docente e à limitação de recursos, restringe o acesso de estudantes em situação de vulnerabilidade a esse tipo de tecnologia educacional.

Diante desse cenário, surge a seguinte questão de pesquisa: como desenvolver uma solução de robótica educacional que seja ao mesmo tempo acessível, replicável e eficaz para o ensino de STEAM em escolas com recursos limitados? Para responder a essa demanda, este trabalho propõe o desenvolvimento de um robô educacional de baixo custo, modular e programável, utilizando tecnologias abertas como Arduino, sensores básicos e estrutura física impressa em 3D com filamento PLA.

O objetivo central é democratizar o acesso à robótica educacional, promovendo a inclusão digital por meio de uma solução prática, de fácil reprodução e compatível com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no eixo da Cultura Digital e nas competências gerais como pensamento científico, criatividade, comunicação e resolução de problemas, previstas nos componentes de Matemática e Ciências da Natureza [BRASIL, 2018].

Espera-se, com isso, contribuir para a redução das desigualdades no acesso a experiências formativas em tecnologia, oferecendo a educadores e estudantes uma ferramenta concreta, acessível e alinhada às demandas contemporâneas da educação pública. Ao longo do trabalho, são discutidos os fundamentos, as escolhas técnicas e os caminhos metodológicos que buscam responder a essa pergunta de pesquisa, retomada na conclusão.

2. Referencial Teórico

A robótica educacional vem sendo explorada como estratégia de ensino interdisciplinar desde as propostas construcionistas de [Seymour Papert 1980], que defendia o aprendizado ativo por meio da interação com tecnologias programáveis. Desde então, plataformas como LEGO® Mindstorms e VEX® popularizaram o uso de robôs no ensino de ciência, matemática e lógica de programação, especialmente em escolas com boa infraestrutura.

A expansão dessas iniciativas, no entanto, é limitada nas redes públicas, onde o alto custo dos kits comerciais compromete sua adoção. Como alternativa, estudos sugerem o uso de tecnologias abertas, como Arduino e Raspberry Pi, aliadas à prototipagem com impressão 3D, como soluções acessíveis e replicáveis [Sapounidis et al. 2015; Chronis & Varlamis 2022].

Ambientes como o mBlock, baseados no Scratch, também facilitam o ensino de lógica por meio de blocos interativos, promovendo uma transição gradual para linguagens

textuais [Chatzopoulos et al. 2022]. Segundo [Lee et al. 2023], atividades lúdicas com robôs como o KIBO favorecem o desenvolvimento de habilidades de programação em crianças. De acordo com [Zviel-Girshin et al. 2020], a robótica pode estimular o pensamento tecnológico desde a infância, quando integrada a propostas acessíveis e interativas.

No Brasil, iniciativas como as de [Nascimento et al. 2014] e [Scherer et al. 2020] propõem kits de robótica educacional de baixo custo adaptados à realidade das escolas públicas, com alinhamento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no desenvolvimento do pensamento computacional e da criatividade [BRASIL, 2018].

Este trabalho busca avançar nesse cenário ao propor não apenas um robô acessível e modular, mas também recursos didáticos abertos e um plano de validação centrado na experiência do usuário e em contextos escolares reais.

3. Metodologia

Esta é uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, voltada ao desenvolvimento e análise de um artefato educacional em contexto real de uso. A metodologia foi organizada em três frentes principais: (i) especificação técnica e construção do protótipo, (ii) elaboração de recursos pedagógicos, e (iii) planejamento da validação em ambiente escolar.

3.1. Desenvolvimento do protótipo

O robô está em fase de desenvolvimento, com projeto técnico finalizado e montagem física em andamento. A estrutura foi desenhada em software CAD para impressão 3D com filamento PLA. Todos os arquivos do chassi serão disponibilizados gratuitamente para reprodução e personalização ao final da etapa de testes.

A seleção dos componentes priorizou plataformas open-source e sensores amplamente disponíveis no mercado educacional. A Tabela 1 apresenta a estimativa de custo dos componentes utilizados na construção do robô educacional, totalizando aproximadamente R\$ 219,00.

Tabela 1. Estimativa de custo do robô educacional.

Componente	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Total (R\$)
Arduino Uno	1	50,00	50,00
Sensor ultrassônico HC-SR04	1	10,00	10,00
Sensor de linha FC-03	2	7,00	14,00
Micro servomotor Turnigy TG9e	2	25,00	50,00
Conversor Buck LM2596	1	15,00	15,00
Impressão 3D (PLA)	---	---	20,00
Bateria 12V recarregável	1	60,00	60,00
Custo total estimado	---	---	219,00

Comparativamente, kits comerciais como LEGO Mindstorms® ou VEX Robotics® podem ultrapassar os R\$ 2.500,00 por unidade, o que inviabiliza sua ampla adoção em escolas públicas. Além da economia financeira, a solução proposta oferece maior flexibilidade para customização e manutenção, aspectos cruciais em contextos educacionais com limitação de suporte técnico.

3.2. Programação e materiais didáticos

A programação do robô será realizada com o mBlock, ambiente visual baseado no Scratch que permite tanto a lógica por blocos quanto a escrita em Arduino C e Python, facilitando uma aprendizagem progressiva.

Para apoiar o uso pedagógico, estão sendo desenvolvidos guias de montagem ilustrados, tutoriais com exemplos práticos e roteiros de atividades alinhados à BNCC. Todos os materiais serão disponibilizados digitalmente, sob licença livre, incentivando sua replicação por outras instituições.

3.3. Planejamento da validação pedagógica

A proposta será aplicada em turmas do ensino fundamental e médio, com quatro sessões práticas de 2h30, totalizando 10 horas de atividades. A avaliação da proposta contemplará aspectos cognitivos, atitudinais e técnicos. Os dados serão coletados por meio de: questionários com questões fechadas e abertas; observações diretas durante a interação com o robô; e entrevistas com professores participantes.

Os participantes serão selecionados por conveniência, priorizando turmas da educação básica de escolas públicas. Também serão observados aspectos de usabilidade e interação com os materiais digitais, à luz da Interação Humano-Computador (IHC). O feedback qualitativo orientará ajustes no design físico e na linguagem dos tutoriais.

Embora a aplicação com estudantes ainda não tenha ocorrido, docentes das áreas técnica e pedagógica já contribuíram com sugestões para aprimoramento dos roteiros e validação preliminar dos objetivos didáticos.

4. Conclusão

Este artigo apresentou uma proposta em desenvolvimento de robô educacional de baixo custo, modular e replicável, voltada ao ensino de STEAM em escolas da rede pública com infraestrutura limitada. Utilizando tecnologias abertas e acessíveis, a iniciativa busca contribuir com a inclusão digital e a formação de competências previstas na BNCC, especialmente o pensamento computacional e a resolução de problemas.

O projeto encontra-se em fase de finalização técnica, com montagem do protótipo e elaboração dos recursos pedagógicos. A validação em ambiente escolar está planejada para os próximos meses, incluindo a aplicação de oficinas com estudantes da educação básica e coleta de dados qualitativos e quantitativos.

Mesmo em estágio inicial, a proposta apresenta forte potencial de impacto social e educacional. A disponibilização gratuita dos recursos técnicos e didáticos pretende facilitar sua adoção por outras instituições, contribuindo para uma educação mais equitativa e tecnológica.

Assim, este trabalho busca responder à pergunta de pesquisa que o orienta — como desenvolver uma solução de robótica educacional acessível, replicável e eficaz para o ensino de STEAM em contextos com recursos limitados. Acredita-se que a proposta possa estimular não apenas o acesso à tecnologia, mas também transformações no modo como se ensina e se aprende, promovendo o protagonismo estudantil, a criatividade e o letramento digital desde os anos iniciais da formação básica.

5. Questões Éticas

Este estudo será conduzido em conformidade com as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), conforme informações disponíveis no portal institucional (<https://portal1.iff.edu.br/o-iffluminense/pesquisa/comite-de-etica-em-pesquisa-com-seres-humanos-cep-iffluminense>). Todas as atividades serão realizadas no ambiente institucional, com a participação voluntária de estudantes e docentes. No caso de participantes menores de idade, será solicitada autorização prévia dos responsáveis legais por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Não serão coletados dados pessoais que permitam a identificação dos participantes, garantindo a privacidade e o anonimato. Os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, sendo armazenados de forma segura.

Referências

- Atmatzidou, S., Demetriadis, S. and Nika, P. (2018) “How Does the Degree of Guidance Support Students’ Metacognitive and Problem-Solving Skills in Educational Robotics?”, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 27, p. 70–85.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. and Sullivan, A. (2014) “Computational Thinking and Tinkering: Exploration of an Early Childhood Robotics Curriculum”, *Computers & Education*, Vol. 72, p. 145–157.
- Brasil. Ministério da Educação (2018) “Base Nacional Comum Curricular”, <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 08 de junho de 2025.
- Carmo, D. P. L. do, Santos, M. J. E. dos and Gomes, N. A. F. (2014) “A robótica pedagógica na educação fundamental: um relato de experiência”, In: *Anais do I Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Biologia*.
- Chatzopoulos, G., Sapounidis, T. and Demetriadis, S. (2022) “Investigating the Impact of Educational Robotics on Students’ Learning Outcomes: A Systematic Review”, *Education and Information Technologies*, Vol. 27, p. 8693–8725.
- Chronis, C. and Varlamis, I. (2022) “FOSSBot: An Open Source and Open Design Educational Robot”, *Electronics*, Vol. 11, No. 16, p. 2606. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/electronics11162606>. Acesso em 08 de junho de 2025.
- Lee, J., Yunus, S. and Lee, J. O. (2023) “Investigating children’s programming skills through play with robots (KIBO)”, *Early Childhood Education Journal*, p. 1–9.
- Nascimento, G. H. A., Lima, J. N. and Silveira Júnior, C. R. (2014) “Robótica Educacional Em Escolas Públicas: Desenvolvimento De Aplicações Em Diferentes Áreas De Ensino”, In: *Seminário de Iniciação Científica, Itumbiara, Goiás*, Volume 8.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, New York: Basic Books.
- Sapounidis, T., Demetriadis, S. and Stamelos, I. (2015) “Robots for STEM education: a comparison of Lego Mindstorms and Arduino-based robot construction kits”, *International Journal of Technology Enhanced Learning*, v. 7, n. 2, p. 150-168.
- Scherer, D., Da Silva, N. B. and De Oliveira, D. M. (2020) “Robótica educacional de baixo custo com Arduino em escolas públicas: um relato de experiência”, In:

Proceedings of the Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+e), SBC – Sociedade Brasileira de Computação. Available at: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/e/article/view/11418/11281>. Acesso em 02 de junho de 2025.

Soares, M. F. S. B. et al. (2016) “Robótica educacional na educação básica: uma revisão sistemática da literatura”, In: Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE).

Vieira, J. L. da S., Viera, C. M. and Mendes, W. R. (2024) “Transformando a aprendizagem: a utilização da robótica na Escola Padre César Albisetti em Poxoréu-MT”, In: Revista FT. Edição 136/JUL. Disponível em: <https://revistaft.com.br/transformando-a-aprendizagem-a-utilizacao-da-robotica-na-escola-padre-cesar-albisetti-em-poxoreu-mt/>. Acesso em 08 de agosto de 2025.

Zviel-Girshin, R., Luria, A. and Shaham, C. (2020) “Robotics as a tool to enhance technological thinking in early childhood”, Journal of Science Education and Technology, Vol. 29, No. 2, p. 294-302.