



UMA CONTRIBUIÇÃO À ROBÓTICA EDUCACIONAL COM TECNOLOGIAS DE FONTE ABERTA USANDO A BITDOGLAB¹

Fruett, Fabiano² – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Ares, Vinicius Emanoel³ – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Barbosa, Fernanda Pereira⁴ – Sesi (Itatiba)

Rohmer, Eric⁵ - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

1 Este trabalho é fruto de um projeto que envolve pesquisa, ensino e extensão universitária e foi apoiado pelo CNPq através do projeto: 406193/2022- 3 - Nano e Microeletrônica para tecnologias habilitadoras – NAMITEC

2 fabiano@unicamp.br

3 v083028@g.unicamp.br

4 fernandapbarbosa@gmail.com

5 rohmer@unicamp.br

RESUMO

A robótica educacional ocupa um papel estratégico no desenvolvimento de habilidades cognitivas, criativas e sociais, estimulando a aprendizagem ativa em contextos STEAM e despertando o interesse de estudantes desde o ensino fundamental até o ensino médio. Entretanto, os kits comerciais disponíveis ainda apresentam custos elevados (geralmente acima de US\$ 500 por unidade) e barreiras técnicas significativas para docentes com pouca experiência em eletrônica ou programação. Este trabalho apresenta uma solução de baixo custo e tecnologia aberta centrada na BitDogLab, uma plataforma educacional baseada em hardware livre, cujo microcontrolador principal custa menos de US\$ 1 no exterior e aproximadamente R\$ 10 no Brasil. A BitDogLab é empregada como núcleo de controle de um robô móvel educacional, integrando sensores, atuadores e interfaces de programação em um sistema modular e reproduzível. O projeto disponibiliza um repositório público com todos os elementos necessários à sua replicação — arquivos 3D para impressão das peças em material biodegradável (PLA), esquemáticos eletrônicos, lista de materiais e guias de montagem e programação. Diferentemente dos kits comerciais, a proposta enfatiza a fabricação digital local, em que os próprios estudantes modelam e imprimem as peças e funções do robô, desenvolvendo autonomia, pensamento computacional e senso de autoria. A solução foi amplamente testada em cursos universitários, oficinas de capacitação docente e ações de extensão, demonstrando maturidade tecnológica, acessibilidade e potencial de escalabilidade. Com custo estimado inferior a US\$ 50 por unidade, o sistema permite que cada aluno leve o robô para casa, ampliando as oportunidades de experimentação e personalização. Espera-se que a adoção desta proposta contribua à democratização da robótica educacional, fortalecendo a cultura maker, a sustentabilidade e a aproximação entre teoria e prática no ensino de ciência e tecnologia.

Palavras-chave: Hardware Aberto; STEAM; Robótica educacional; Fabricação Digital.

1. INTRODUÇÃO

A robótica educacional tem se consolidado como ferramenta pedagógica fundamental para o desenvolvimento das competências do século XXI, incluindo pensamento computacional, criatividade, colaboração e resolução de problemas complexos. No contexto STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática), ela promove uma aprendizagem prática e interdisciplinar, transformando estudantes em protagonistas do processo de construção do conhecimento.

Apesar de seu potencial, a adoção em larga escala enfrenta desafios: alto custo dos kits comerciais; barreiras técnicas para professores sem formação em programação; e escassez de materiais realmente abertos e replicáveis. Neste cenário, este artigo apresenta uma solução de baixo custo e tecnologia aberta baseada na placa BitDogLab, desenvolvida na Unicamp, capaz de controlar um robô móvel programável com ênfase em práticas educacionais acessíveis.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho fundamenta-se no construcionismo, formulado por Seymour Papert (1980) a partir das bases epistemológicas do construtivismo de Jean Piaget. Papert propôs que a aprendizagem ocorre de maneira mais profunda quando o indivíduo constrói ativamente artefatos significativos, traduzindo ideias abstratas em produções concretas — físicas ou digitais.

Em *Mindstorms*, Papert destacou o potencial transformador dos computadores na educação ao criar a linguagem de programação *LOGO*, em que a criança “ensina” o computador a pensar, refletindo sobre o próprio pensamento no processo. Essa inversão da lógica tradicional da sala de aula — em que o aluno assume o papel de criador e o computador torna-se aprendiz — estabeleceu uma nova relação entre cognição e tecnologia.

Posteriormente, Jeannette Wing (2006) ampliou esse conceito ao introduzir o pensamento computacional como competência essencial a todos os cidadãos da era digital. Resolver problemas e projetar sistemas com base em princípios da ciência da computação constitui, segundo a autora, uma forma universal de raciocínio lógico e criativo, comparável à alfabetização e à aritmética.

Resnick et al. (2009), criadores do ambiente de programação *Scratch*, retomam e expandem as ideias de Papert ao enfatizar que aprender a programar deve ser uma experiência significativa, manipulável e social. Para esses autores, a fluência digital não se limita ao consumo de tecnologia, mas envolve a capacidade de projetar, criar e compartilhar soluções digitais de forma colaborativa.

Inspirada nesses princípios construcionistas e nas metodologias ativas de aprendizagem, a proposta deste trabalho utiliza a robótica educacional como meio de integrar teoria e prática, permitindo que o erro, a experimentação e o compartilhamento sejam reconhecidos como partes centrais do processo formativo. A BitDogLab (BITDOGLAB, 2025) emerge, nesse contexto, como uma ferramenta tangível de expressão criativa e cognitiva, materializando o ciclo de aprendizagem proposto por Papert em ambientes contemporâneos de educação tecnológica.

3. METODOLOGIA

O projeto BitDogLab foi desenvolvido com base em uma metodologia aberta, colaborativa e reprodutível, estruturada em torno dos princípios de hardware e software livres, em que todos os desenhos, códigos e esquemas eletrônicos são disponibilizados publicamente para fabricação, modificação e redistribuição. O desenho da placa da BitDogLab é mostrado na Figura 1. A placa tem dimensões de 98 mm por 90 mm.

Mais do que uma placa eletrônica, a BitDogLab constitui um ecossistema tecnológico

aberto, no qual o protagonismo é compartilhado entre todos os agentes do processo educativo — quem fabrica, ensina, aprende e utiliza as tecnologias envolvidas. Nesse ecossistema, a inovação surge da colaboração: quem ensina também aprende, quem aprende modifica e quem fabrica compartilha.

Essa circularidade do conhecimento rompe a lógica vertical de transferência com viés comercial e a substitui por uma rede horizontal de criação e aprendizagem coletiva, alinhada aos ideais da cultura maker, da ciência aberta e da educação emancipadora.

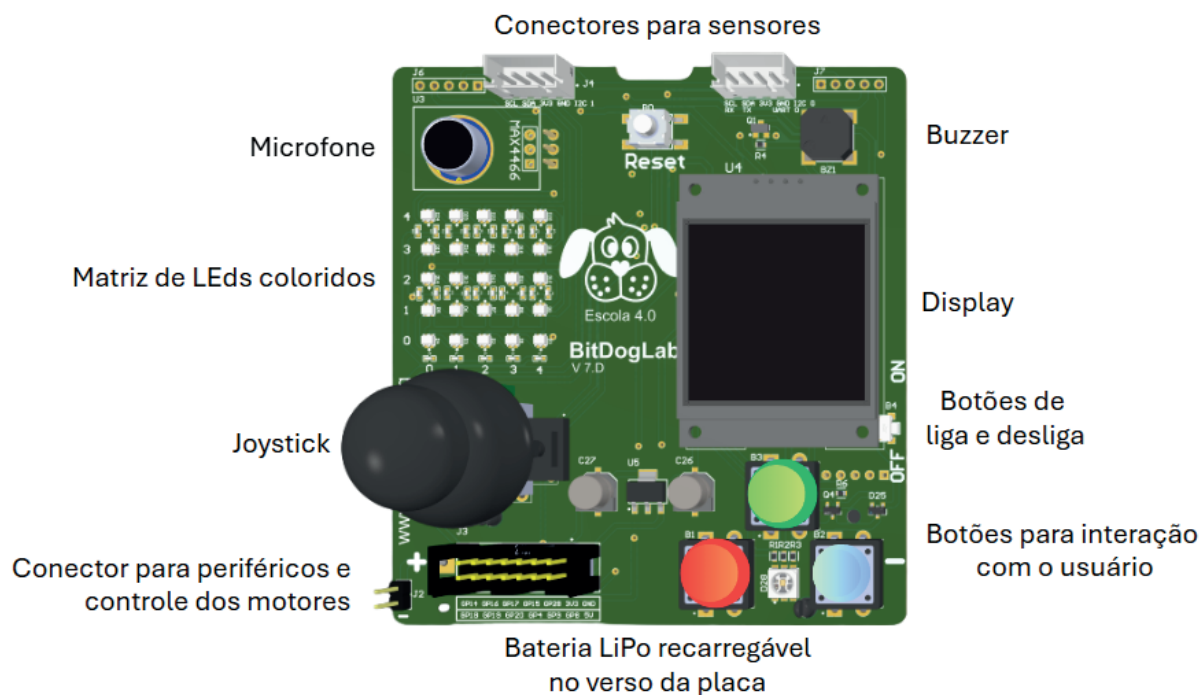


Figura 1: Desenho da BitDogLab destacando seus principais componentes.

Com essa abordagem de tecnologia livre, a comunidade se apodera da ferramenta, podendo fabricar, adaptar e evoluir o projeto sem depender de um fabricante ou distribuidor com objetivos predominantemente comerciais.

Além do repositório público, o ecossistema BitDogLab também contempla um website aberto (disponível em www.bitdoglab.com), que atua como ponto de encontro entre educadores, estudantes e desenvolvedores. A página principal deste website é mostrada na Figura 2. O portal reúne materiais didáticos, exemplos de experimentos, tutoriais interativos e cursos introdutórios, permitindo que qualquer pessoa possa aprender, contribuir e compartilhar suas próprias experiências com a plataforma.

A interface foi pensada para ser intuitiva e acolhedora, incorporando o personagem BitDog como guia de aprendizagem — um mascote que personifica a proposta lúdica e colaborativa do projeto, aproximando o ensino de programação e robótica de um público mais jovem.

Essa integração entre hardware, software e comunicação digital amplia o alcance do projeto e consolida o BitDogLab como um ecossistema educacional aberto, no qual a aprendizagem ocorre de forma contínua e conectada, dentro e fora da sala de aula.



Figura 2 – Página inicial do website oficial do projeto BitDogLab, com destaque para o mascote BitDog e os recursos educacionais disponíveis.

A metodologia também contempla testes práticos em múltiplos contextos educacionais, realizados em cursos de graduação, oficinas de extensão e programas de capacitação docente. Durante as atividades, foram observados altos níveis de engajamento e autonomia, especialmente devido ao caráter tangível, iterativo e interdisciplinar do processo de construção e experimentação com a BitDogLab.

Essas qualidades decorrem da integração entre o ecossistema de hardware aberto e a base de dados construída para suporte ao aprendizado, que, com o apoio de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) como ChatGPT e Gemini AI, atuam como aceleradores do processo criativo e de desenvolvimento de projetos envolvendo a BitDogLab.

Essa abordagem potencializa o aprendizado autônomo e a experimentação guiada por IA, conforme discutido em Fruett et al. (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensino de robótica educacional tem crescido de forma significativa nas últimas duas décadas (ANWAR et al., 2019), acompanhando o avanço das metodologias ativas e do movimento maker nas escolas.

Entretanto, a maioria das soluções disponíveis no mercado ainda se apoia em kits proprietários e de alto custo, o que limita sua disseminação em redes públicas e reduz o alcance social das iniciativas de ensino STEAM.

Em muitos casos, os kits comerciais priorizam a montagem de estruturas pré-definidas e o uso de softwares fechados, restringindo o protagonismo dos estudantes e desestimulando a personalização e a experimentação criativa — elementos centrais do aprendizado tangível proposto por Papert (1980) e Resnick et al. (2009).

Nesse contexto, o carro robô baseado na BitDogLab, mostrado na Figura 3, surge como uma alternativa aberta, acessível e sustentável, que alia baixo custo a uma filosofia pedagógica de construção ativa do conhecimento.

A BitDogLab integra em sua placa principal quatro botões, um joystick analógico, display OLED, matriz de LEDs coloridos, microfone, bateria LiPo recarregável, conectores para sensores e saída dedicada ao driver de motores.

Esses recursos formam o núcleo computacional do sistema e permitem que o robô seja programado para realizar uma ampla gama de experimentos e atividades de aprendizagem — desde controle de movimento até interação multimodal por som e luz.

Os componentes adicionais, mostrados na figura, incluem quatro rodas, quatro motores DC, um driver de controle para os motores, chassi impresso em 3D com PLA biodegradável e uma porta para duas baterias LiPo recarregáveis.

Essa combinação de elementos oferece um conjunto funcional completo, capaz de introduzir conceitos de eletrônica, mecânica, automação e programação em um único ambiente educacional integrado.



Componentes adicionais a BitDogLab:

4 rodas
4 motores cc
Driver para os motores
Chassi impresso na 3D com PLA (biodegradável)
Porta bateria para 2 Lipo recarregáveis

Figura 3: Fotografia do carro robô baseado na BitDogLab indicando seus principais componentes.

A seguir, apresenta-se na Tabela 1 uma análise comparativa entre os principais kits educacionais disponíveis no mercado e a solução BitDogLab, com o objetivo de evidenciar o impacto econômico e formativo da proposta.

Tabela 1 – Comparação de custos e características de kits de robótica educacional

Kit	Descrição	Custo unitário (R\$)	Observações
BitDogLab	Placa + componentes eletrônicos + peças impressas em 3D	≈ R\$ 615 (R\$ 315 placa + R\$ 300 peças)	Peças modeladas e impressas pelos alunos em PLA biodegradável; custo de impressora 3D e filamento diluído.
1	Kit educacional comercial (ROBOCORE, 2025)	≈ R\$ 5.999	Inclui sensores e motores; software proprietário.
2	Robô programável comercial (ROBOTICA TOYS, 2025)	≈ R\$ 10.960	Descontinuado, ainda utilizado em escolas privadas.
3	Kit de braço robótico educacional (KABUM, 2025)	≈ R\$ 6.867	Voltado ao ensino técnico; peças industrializadas.

Diferentemente dos kits comerciais, esta proposta de robótica computacional com a BitDogLab não prevê a aquisição de caixas com peças plásticas industrializadas.

O conceito educacional fundamenta-se na aprendizagem pela criação, em que os estudantes modelam e fabricam suas próprias estruturas utilizando ferramentas de software livre, como o Tinkercad, e impressoras 3D.

Essa abordagem traz benefícios pedagógicos, ambientais e econômicos: estimula o domínio de modelagem 3D, reduz resíduos por meio do uso de filamentos PLA biodegradáveis e dilui o custo da infraestrutura entre diversas turmas e projetos.

Em vez de armazenar peças padronizadas, os alunos imprimem em tempo real as partes necessárias, adaptando-as ou personalizando-as conforme os desafios propostos.

A Figura 4 mostra cinco variações estruturais de robôs desenvolvidos com a BitDogLab, cada uma voltada a diferentes contextos e objetivos pedagógicos, demonstrando a versatilidade e a natureza evolutiva do projeto.



Figura 4: Modelos de robôs educacionais desenvolvidos com a BitDogLab, apresentando cinco variações estruturais voltadas a diferentes contextos e objetivos pedagógicos.

Essa prática desenvolve autonomia técnica e senso de autoria, pilares da cultura maker e das metodologias ativas.

As oficinas do projeto Escola 4.0, conduzidas em escolas públicas da região de Campinas, reforçam a viabilidade técnica e pedagógica da BitDogLab e o entusiasmo dos alunos em compreender e modificar os sistemas propostos (VIEIRA et al., 2024; ESCOLA 4.0, 2024). Os testes realizados em cursos e oficinas demonstraram robustez, reprodutibilidade e facilidade de uso. Professores relataram redução no tempo de preparação das aulas e maior engajamento dos alunos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma contribuição prática, sustentável e tecnicamente consistente à robótica educacional, articulando baixo custo, tecnologia aberta e formação criativa.

A BitDogLab demonstrou ser uma alternativa viável e replicável para democratizar o acesso à educação com abordagem STEAM, promovendo autonomia, protagonismo e pensamento computacional entre estudantes.

Um dos diferenciais técnicos da proposta está na organização do hardware em torno de componentes de baixo custo, mas de alta versatilidade, que permitem explorar uma ampla variedade de recursos — como sensores, atuadores e microcontroladores — em atividades que vão desde experimentos introdutórios até projetos avançados de automação e Internet das Coisas.

Essa arquitetura modular possibilita que alunos e professores compreendam de forma integrada o funcionamento de sistemas embarcados, fortalecendo o vínculo entre teoria e prática e ampliando as possibilidades de experimentação dentro e fora da sala de aula.

O diferencial pedagógico da proposta de robótica computacional com a BitDogLab reside na substituição das caixas de peças plásticas industrializadas por um processo de fabricação digital local, no qual os próprios alunos imprimem e personalizam as peças e funções do robô em material biodegradável (PLA).

Enquanto isso, o centro de comando do robô é o microcontrolador de baixíssimo custo (menor que US\$ 1) da BitDogLab, que integra todos os recursos necessários para o controle de sensores, atuadores e interface de programação.

Essa combinação de baixo custo, sustentabilidade e autonomia criativa rompe com o modelo de consumo passivo de kits comerciais e promove uma prática ativa de criação, na qual o conhecimento é construído, compartilhado e multiplicado.

Como trabalhos futuros, prevê-se a expansão do repositório aberto, a integração de ferramentas de inteligência artificial para apoio à aprendizagem e a avaliação sistemática do impacto pedagógico em escolas de ensino fundamental e médio.

Essas ações visam consolidar um modelo de educação tecnológica inclusiva, ambientalmente responsável e centrada na criatividade, preparando uma nova geração de estudantes capazes de projetar, compreender e transformar o mundo com suas próprias mãos.

REFERÊNCIAS

ANWAR, S.; BASCOU, N. A.; MENEKSE, M.; KARDGAR, A. A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, v. 9, n. 2, article 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>.

BITDOGLAB – *Repositório GitLab*. Disponível em: <https://gitlab.unicamp.br/fabiano/bitdoglab-v7>. Acesso em: 5 nov. 2025.

ESCOLA4.0. *Projeto Escola 4.0*. Campinas: Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2024. Disponível em: <https://escola4pontozero.fee.unicamp.br/>. Acesso em: 5 nov. 2025.

FRUETT, F.; BARBOSA, F. P.; FRAGA, S. C. Z.; GUIMARÃES, P. I. A. Empowering STEAM Activities With Artificial Intelligence and Open Hardware: The BitDogLab. *IEEE Transactions on Education*, v. 67, n. 3, p. 462–471, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1109/TE.2024.3377555>.

KABUM. *Arduino Kit Educacional Braço Robótico Tinkerkit - T050000*. Disponível em: <https://www.kabum.com.br/produto/690728/arduino-kit-educacional-braco-robotico-tinkerkit-t050000>. Acesso em: 3 nov. 2025.

PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980.

RESNICK, M. et al. Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, v. 52, n. 11, p. 60–67, 2009.

ROBOCORE. *Kit Educacional Lego Spike prime set 45678*. Disponível em: <https://www.robocore.com.br/produto/45678/kit-educacional-lego-spike-prime-set-45678>.

robocore.net/lego/lego-spike-prime-set. Acesso em: 3 nov. 2025.

ROBOTICA TOYS. *Robô Lego Mindstorms EV3 – Conjunto principal Kit de Robótica Educacional Programável STEM*. Disponível em: <https://www.roboticatoys.com.br/produtos/robo-lego-mindstorms-ev3-45544-conjunto-principal-kit-de-robotica-educacional-programavel-stem/>. Acesso em: 3 nov. 2025.

VIEIRA, D. F.; BARBOSA, F. P.; FRUETT, F.; SWART, J. W. *School 4.0 – Hands on Project Based Learning in STEM and the INCT NAMITEC Network*. In: IEEE LATIN AMERICAN ELECTRON DEVICES CONFERENCE (LAEDC), 2024, Guatemala City. Anais. Guatemala City: IEEE, 2024. p. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1109/LAEDC61552.2024.10638152>.

WING, J. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006.