Desenvolvimento de Kits com Protótipos de Veículos Terrestre e Subaquático Controlados Remotamente (ROV) como Estratégia Pedagógica

Jaime Santos Neto[1], Lauane Gomes Pereira[1], Davi Rodrigues Santos da Silva[1], Graciella Leal dos Santos[1], Simone Lima dos Santos Reis[1], Andre Luis Sena[1]

[1]Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação – Universidade Federal da Bahia (ICTI/UFBA) – Rua do Telégrafo, S/N, Centro – Camaçari – BA – Brasil

{jaime.santos, lauanepereira, davirss, graciellasantos, simonereis, andresena}@ufba.br

Abstract. *This paper presents a low-cost educational kit comprising a land vehicle, a team-developed control console (Giga ROV), and a remotely operated underwater vehicle (ROV). Developed within an undergraduate extension course, the proposal brings together STEM education, maker culture, project-based learning, sustainability, and alignment with the BNCC. The kit was validated in a four-hour pilot workshop with 25 high school students, facilitated by five undergraduates.*

Keywords: *Educational robotics; STEM; ROV; secondary education; BNCC; sustainability.*

Resumo. *Este artigo apresenta um kit educacional de baixo custo composto por um veículo terrestre, um console de controle desenvolvido pela equipe (Giga ROV) e um veículo subaquático operado remotamente (ROV). Desenvolvida em uma disciplina extensionista de graduação, a proposta integra educação STEM, cultura maker, aprendizagem baseada em projetos, sustentabilidade e alinhamento à BNCC. O kit foi validado em uma oficina piloto de quatro horas com 25 estudantes do Ensino Médio, mediada por cinco graduandos.*

Palavras-chave: *Robótica educacional; STEM; ROV; ensino médio; BNCC; sustentabilidade.*

1. Introdução

O ensino de Ciências e Matemática no Brasil enfrenta uma crise de aprendizagem. Os dados de avaliações nacionais e internacionais revelam um baixo desempenho. O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) 2022 mostrou que apenas 27% dos estudantes brasileiros alcançaram o nível 2 de proficiência em matemática, considerado o patamar mínimo de aprendizagem, enquanto a média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é de 69%. Somente 1% dos estudantes brasileiros atingiram os níveis 5 ou 6, considerados os mais altos, contra 9% na média da OCDE (INEP, 2022). Em ciências, o quadro é igualmente grave: cerca de 45% dos alunos chegaram ao nível mínimo de proficiência, ante 76% na média da OCDE.

Em 2024, o Brasil participou pela primeira vez do Estudo Internacional de Tendências em Matemática e Ciências (TIMSS 2023), que avaliou estudantes do 4º e 8º anos do Ensino Fundamental em 72 países. Os resultados confirmaram a profundidade do problema desde os anos iniciais de escolarização: no 4º ano, o país terminou na 55ª posição entre 58 países em matemática, com média de 400 pontos frente à média internacional de 503, no 8º ano, o Brasil ocupou o penúltimo lugar, com 378 pontos contra a média internacional de 478 (INEP; IEA, 2024).

No plano das avaliações nacionais, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) 2025, divulgado em agosto de 2026, registrou o maior valor da série histórica iniciada em 2005 em todas as etapas: no Ensino Médio, o índice nacional passou de 4,3 para 4,5 considerando redes pública e privada, e de 4,1 para 4,3 na rede pública (INEP, 2026a). Na Bahia, o Ensino Médio da rede estadual avançou de 3,7 para 3,8, quarta alta consecutiva desde 2019, quando o indicador era 3,2 (INEP, 2026b). O avanço, contudo, não se traduziu em ganho equivalente de proficiência: entre 2023 e 2025, o desempenho médio dos concluintes baianos do 3º ano do Ensino Médio no Saeb passou de 261,78 para 261,69 pontos em Língua Portuguesa e de 260,13 para 260,89 em Matemática, numa escala de 0 a 500 (INEP, 2026b).

Diante desse cenário, a abordagem STEM criada na década de 1990 nos Estados Unidos pela National Science Foundation (NSF), a metodologia visa combater o atraso do ensino tradicional e a escassez de profissionais de exatas, unindo disciplinas de forma prática e interdisciplinar para preparar estudantes para os desafios do século XXI. Aliada à cultura maker que possui como princípio central o "aprender fazendo" e à robótica educacional, a abordagem STEM transforma o estudante de receptor passivo em protagonista de seu processo de aprendizagem (CAVALCANTI et al., 2025).

É nesse contexto que se insere o desenvolvimento de kits pedagógicos baseados em robótica educacional, composto por um protótipo de um veículo terrestre e três protótipos de Veículo Operado Remotamente (ROV) subaquático, elaborados durante a disciplina (ACCS STEM Ciência, Tecnologia e Inovação nas Escolas), no Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal da Bahia (ICTI/UFBA), campus Camaçari, sob orientação do Prof. Dr. André Luis Sousa Sena.

A abordagem STEM propõe a integração de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática como áreas complementares, sua aplicação pedagógica fundamenta-se em princípios como a aprendizagem baseada em projetos (ABP), a resolução de problemas reais, o trabalho colaborativo e o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.Essa perspectiva alinha-se com as diretrizes do Novo Ensino Médio (Lei 13.415/2017) e da BNCC (BRASIL, 2018), que defende o desenvolvimento de competências por meio do protagonismo estudantil.

2. Cultura Maker e Robótica Educacional

A cultura maker tem como princípio central o "aprender fazendo".

"*Segundo (Cavalcanti et al. 2025), favorece a autonomia, criatividade, motivação e engajamento dos estudantes, além de estimular a integração entre conteúdos curriculares e recursos tecnológicos, sendo capaz de transformar práticas pedagógicas e potencializar aprendizagens significativas.*"

O estudo, publicado no Brazilian Journal of Business (2025), articula explicitamente o movimento maker ao Novo Ensino Médio e à BNCC, identificando a criação de itinerários formativos baseados no "faça você mesmo" como estratégia para o desenvolvimento de competências essenciais.

3. ROV no Ensino e Sustentabilidade Ambiental

Os Veículos Operados Remotamente (ROVs) têm sido crescentemente adotados em contextos educacionais por sua capacidade de integrar, conceitos de física, engenharia elétrica e hidrodinâmica. Estudos recentes documentam o desenvolvimento de protótipos ROV de baixo custo com estrutura em PVC, pensados para facilitar a replicação em contextos educacionais com recursos limitados (FONTES et al., 2024).

As atividades educativas em escolas que introduzem conceitos de sustentabilidade por meio da construção de robôs com materiais recicláveis, destacando que a educação ambiental é essencial para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ODS 4 (Educação de Qualidade) e ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) da ONU. Esse enfoque dialoga diretamente com a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030) (UNESCO, 2021), proclamada pela Organização das Nações Unidas, que busca mobilizar a sociedade em torno da compreensão e proteção dos oceanos.

4. Metodologia e Desenvolvimento dos Kits

O projeto foi desenvolvido de maneira colaborativa a proposta metodológica integrou estudantes universitários em processo de aprendizagem ativa que atuaram simultaneamente como aprendizes e como mediadores do conhecimento junto aos estudantes do Ensino Médio. O percurso metodológico estruturou-se em etapas fundamentais: primeiramente, o debate acadêmico sobre as correlações entre a abordagem STEM e a cultura maker; seguido pela análise da ciência e tecnologia como vetores de consciência oceânica e engajamento nos ODS da ONU. Posteriormente, realizou-se a transposição didática de conceitos complexos de física, matemática e engenharia para a realidade do Ensino Médio, culminando na prototipagem dos kits pedagógicos. As atividades de concepção e manufatura ocorreram durante o primeiro semestre de 2026, integrando a carga horária regular e períodos extraordinários. A validação da dinâmica pedagógica deu-se por meio de uma oficina piloto com 25 estudantes, realizada em junho de 2026 com duração de quatro horas, sob mediação de cinco discentes da disciplina ACCS STEM.

5. Estrutura Pedagógica em dois passos

A arquitetura pedagógica baseia-se em uma progressão de dois estágios, do simples ao complexo.

Passo 1: Veículo Terrestre (Carrinho):

O veículo terrestre foi desenvolvido com frame em MDF, acionado por dois motores DC (Corrente Contínua) com caixa de redução para melhor torque, utilizando mecanismo de rolamento esférico reaproveitado de desodorante roll-on na parte frontal. A conexão ao controle foi feita com cabo USB sem utilidade. Esse estágio permite que os estudantes compreendam a lógica de controle binário, o funcionamento dos interruptores e controle

de sentido de rotação dos motores fundamentais que serão aplicados diretamente no estágio seguinte.

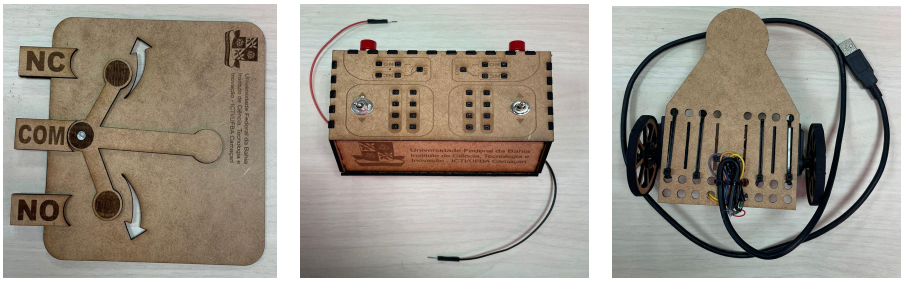


Figura 1. Simulação da chave alavanca, Giga ROV, Veículo Terrestre

Passo 2: Veículo Subaquático (ROV):

O ROV subaquático representa o desafio central do kit. Os manuais incluem três modelos distintos de ROV: Utility ROV, Mini ROV e V-Wing ROV, para que os alunos possam testar hipóteses e verificar na prática qual modelo é mais adequado para inspeção subaquática, pesquisas científicas e exploração oceânica. Essa abordagem incorpora o método científico ao processo de aprendizagem. Dentre os modelos de ROV, foi trabalhado o modelo Utility ROV, por proporcionar um maior espaço, possibilitando o acoplamento de outros acessórios, visando na realização de missões.



Figura 2. Modelos de Construção do ROV - Utility ROV, Mini ROV e V-Wing ROV

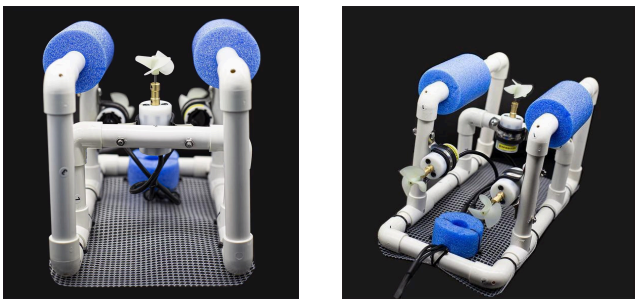


Figura 3. Modelo do ROV utilizado na oficina - Utility ROV

6. O Sistema de Controle

Um elemento central do kit é o Giga ROV, desenvolvido inteiramente pela equipe. O design do Giga foi baseado no modelo Console2 do site BOXES.PY, que oferece modelos em SVG prontos para edição. Com o software LightBurn, o modelo foi

adaptado para acomodar dois interruptores push buttons SPDT, duas chaves alavancas DPDT, jumpers fêmeas, bateria 3.7V e porta USB. O corte do MDF (2,7mm de espessura) foi realizado em máquina CNC a laser, e a fixação dos jumpers fêmea nos terminais dos interruptores foi feita com ferro de solda, utilizando 26 jumpers por controle.

A chave alavanca tem função fundamental no circuito: ao possibilitar a mudança do sentido de rotação dos motores, viabilizar o controle direcional binário do veículo, que é a mesma lógica aplicada ao ROV. Para facilitar o entendimento dessa lógica, a equipe desenvolveu uma simulação em MDF da mecânica do interruptor, concretizando visualmente um conceito que, de outro modo, permaneceria abstrato para os estudantes.

A verificação do circuito por meio de jumpers macho-macho, permite que os estudantes façam o jumpeamento e obtenham a ligação correta dos interruptores de forma experimental e autônoma, testando o funcionamento de um motor DC e mudando seu sentido de rotação antes de aplicar o circuito ao veículo real. Esse recurso pedagógico incorpora a lógica do erro e correção como parte intrínseca do aprendizado.

A escolha dos materiais foi realizada com componentes de baixo custo, reaproveitamento de materiais (cabo USB sem uso, desodorante roll-on), e estrutura em MDF de fácil corte e montagem. A construção de protótipos com materiais recicláveis e sucata eletrônica promove os princípios dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) e apresenta conceitos de economia circular, desenvolvendo nos estudantes uma postura mais responsável em relação ao consumo e à preservação ambiental.

Resultados e Discussão

A aplicação dos kits nas oficinas com estudantes do Ensino Médio revelou que a progressão pedagógica do veículo terrestre ao ROV mostrou-se pedagogicamente eficaz, ao compreenderem a lógica de controle binário no carrinho, um ambiente mais simples, os estudantes demonstraram maior segurança para abordar o controle do ROV, que apresenta o desafio adicional do ambiente subaquático e da correção de trajetória em três dimensões.

O recurso do Giga Teste permite ao estudante conectar fisicamente os jumpers e verificar o funcionamento do circuito de forma experimental. A possibilidade de errar, identificar o problema e corrigir a ligação sem consequências negativas criou um ambiente seguro para a experimentação.

A dimensão ambiental do projeto gerou discussões espontâneas durante as oficinas. Ao manipularem protótipos construídos com materiais recicláveis e ao discutirem as aplicações do ROV em pesquisa oceânica, os estudantes conectaram naturalmente a atividade técnica às questões de preservação ambiental. Observou-se também que a parceria universidade e escola produz benefícios mútuos: os estudantes universitários aprimoram competências de comunicação, mediação pedagógica, enquanto os estudantes do Ensino Médio têm contato com carreiras STEM que talvez desconhecesse ou considerassem inacessíveis.

Dentre as limitações identificadas, sobressai a inexistência de protocolos estruturados para mensuração da aprendizagem, a serem aplicados tanto aos discentes quanto aos mediadores. Tal lacuna, que transcende a avaliação diagnóstica, restringe

conclusões definitivas acerca do impacto do recurso pedagógico. A sistematização desses indicadores está planejada como etapa subsequente, para o segundo período de 2026, envolvendo um grupo maior de estudantes. Prevê-se a utilização de questionários de percepção pré e pós-intervenção, com métricas em escala Likert baseadas no instrumento S-STEM (UNFRIED et al., 2015), referencial validado globalmente para avaliar o engajamento no Ensino Médio frente às áreas STEM.

Considerações finais

O desenvolvimento e a aplicação dos kits pedagógicos de robótica educacional descritos neste artigo demonstram que é possível construir, com materiais de baixo custo e metodologia cuidadosamente planejada, experiências de aprendizagem STEM que respondem diretamente aos desafios identificados nas avaliações nacionais e internacionais. Diante de um cenário em que o Ideb do Ensino Médio da rede estadual baiana avança sustentado sobretudo pelo indicador de fluxo, enquanto a proficiência dos concluintes permanece estagnada em torno de 261 pontos em Língua Portuguesa e 261 em Matemática (INEP, 2026), iniciativas que transformam o estudante em protagonista de seu processo de aprendizagem não são opcionais: são urgentes.

A articulação entre a abordagem STEM, a cultura maker e a robótica sustentável cria um ambiente pedagógico favorável ao desenvolvimento de competências técnicas (compreensão de eletrônica, física e matemática aplicada), socioemocionais (trabalho colaborativo, resiliência diante do erro, comunicação) e cidadãs (consciência ambiental e responsabilidade com os ODS).

A progressão pedagógica do veículo terrestre ao ROV subaquático revelou-se uma estratégia eficaz para a construção gradual de competências técnicas. A replicabilidade do kit é possível pelo uso de materiais acessíveis, pela documentação, manuais e pelo design em MDF cortado a laser, abre possibilidades de escalonamento para outras escolas públicas.

Como desdobramentos futuros, o projeto prevê a sistematização de dados quantitativos sobre o impacto nas competências STEM dos estudantes participantes, a produção de material didático aberto para replicação por outros docentes e a ampliação das parcerias com escolas públicas do entorno do campus Camaçari, contribuindo para o fortalecimento de um ecossistema local de educação científica e tecnológica de qualidade.

Os arquivos técnicos em formato .DXF, utilizados para o processo de fabricação e corte das peças, juntamente com o manual de instruções para montagem e utilização do kit e a planilha de custos, estão disponíveis no repositório do projeto no GitHub (lauane-g, 2026).

Referências

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CAVALCANTI, R. S. et al. Cultura maker no ensino médio: inovação pedagógica e protagonismo estudantil. Brazilian Journal of Business, v. 7, n. 3, e82368, 2025. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/82368. Acesso em: 10 jun. 2026.

FONTES, L. A. N. et al. Desenvolvimento de um veículo subaquático remotamente operado, de baixo custo, para fins educacionais. [S. l.], 2024. Disponível em: https://github.com/leonardoaprigio/Desenvolvimento-de-um-ROV-de-baixo-custo. Acesso em: 15 jun. 2026.

INEP. Resultados do PISA 2022: nota sobre o Brasil. Brasília: MEC/INEP, 2022. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/pisa_2022_brazil_prt.pdf. Acesso em: 13 jun. 2026.

INEP; IEA. Brasil divulga resultados da primeira participação no TIMSS 2023. Brasília: MEC/INEP, 2024. Disponível em: https://undime.org.br/noticia/04-12-2024-22-55-brasil-divulga-resultados-da-primeira-participacao-no-timss. Acesso em: 13 jun. 2026.

INEP. Ideb avança em todas as etapas da educação básica. Brasília: MEC/INEP, 5 ago. 2026a. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/ideb/ideb-avanca-em-todas-as-etapas-da-educacao-basica. Acesso em: 12 ago. 2026.

INEP. Ideb avança em todas as etapas da educação básica na Bahia. Brasília: MEC/INEP, 6 ago. 2026b. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/ideb/ideb-avanca-em-todas-as-etapas-da-educacao-basica-na-bahia. Acesso em: 12 ago. 2026.

LAUANE-G. Kits com protótipos de veículos terrestre e subaquático controlados remotamente (ROV). GitHub, 2026. Disponível em: https://github.com/lauane-g/-KITS-COM-PROT-TIPOS-DE-VE-CULOS-TERRESTRE-E-SUBAQU-TICO-CONTROLADOS-REMOTAMENTE-ROV-. Acesso em: 10 ago. 2026.

MEC/INEP. Censo Escolar 2023: principais resultados. Brasília: MEC/INEP, 2024a. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202402/ensino-medio-tem-maior-taxa-de-evasao-da-educacao-basica. Acesso em: 12 jun. 2026.

MEC/INEP. IDEB 2023: Bahia. Brasília: MEC/INEP, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/ideb-bahia-tem-resultado-estavel-nos-anos-iniciais-do-ensino-fundamental. Acesso em: 13 jun. 2026.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. IDEB/SAEB 2023: principais destaques dos dados do INEP/MEC. São Paulo, 2024. Disponível em:

https://todospelaeducacao.org.br/noticias/ideb-e-saeb-veja-os-destaques-dos-resultados-de-2023/.

UNESCO. Decade of Ocean Science for Sustainable Development 2021-2030. Paris: UNESCO, 2021.

UNFRIED, A. et al. Student Attitudes toward STEM (S-STEM) Survey. Raleigh, NC: Friday Institute for Educational Innovation; North Carolina State University, 2015. Disponível em: https://fi.ncsu.edu/. Acesso em: 23 jun. 2026.