

Robótica Educacional para Inclusão Digital em ONGs: Relato de Experiência com Kit de Baixo Custo em Ambiente de Educação Não Formal

1st Weslem Cristiano de Oliveira
Centro de Ciências Tecnológicas
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-PR, Brasil
weslem.oliveira@discente.uenp.edu.br

2nd Carlos Eduardo Ribeiro
Centro de Ciências Tecnológicas
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-PR, Brazil
biluka@uenp.edu.br

3rd Daniela de Freitas G. Trindade
Centro de Ciências Tecnológicas
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-PR, Brasil
daniela@uenp.edu.br

4th Rodrigo H. Cunha Palácios
Departamento de Computação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Cornélio Procópio-PR, Brazil
rodrigopalacios@utfpr.edu.br

5th Eduardo Todt
Departamento de Informática
Universidade Federal do Paraná
Curitiba-PR, Brasil
todt@inf.ufpr.br

Resumo—Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a aplicação de uma atividade de robótica educacional com um grupo de oito participantes (sete meninas e um menino) em ambiente de educação não formal (ONG). A atividade utilizou um kit maker de baixo custo, baseado em Arduino Nano, chassi impresso em 3D e programação em blocos através da plataforma Open Roberta Lab. São descritos o planejamento, a execução e os resultados observados em duas sessões, com foco no desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais dos participantes. Os resultados demonstram desenvolvimento de habilidades socioemocionais (80,3%), engajamento (75%). Essa experiência aponta que a robótica educacional pode ser ferramenta de democratização e inclusão digital em contextos de educação não formal com recursos limitados.

Index Terms—robótica educacional, educação não formal, Arduino, programação em blocos, inclusão digital

I. INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional (RE) emerge como uma abordagem pedagógica interdisciplinar, estabelecendo uma ponte entre o aprendizado físico e digital por meio de atividades interativas e práticas [1]. Pioneiros como Papert já destacavam a RE como uma ferramenta de aprendizagem ativa, com a qual os estudantes constroem e programam seus próprios artefatos, desenvolvendo não apenas competências técnicas, mas também, habilidades cognitivas superiores [2].

No contexto da Educação Não Formal (ENF), especialmente em Organizações Não Governamentais (ONGs) que atendem crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade socioeconômica, a implementação da RE enfrenta desafios. O principal obstáculo reside na acessibilidade econômica, uma vez que kits comerciais frequentemente possuem custos inviáveis para instituições com orçamentos limitados [3].

Segundo Silva et al. [4], iniciativas de robótica com baixo custo demonstram grande potencial para a inclusão digital e tecnológica, além de contribuírem para a motivação dos alunos no processo de aprendizagem.

As ONGs podem impulsionar a transformação social por meio da RE, democratizando o acesso a tecnologias, aprimorando habilidades e promovendo a colaboração entre participantes de diferentes contextos. Essas iniciativas ampliam oportunidades e criam redes de apoio que ajudam a transformar trajetórias de vida e comunidades.

Para Santos et al. [5] a transformação social representa mudanças significativas e positivas em estruturas, valores, normas e relações da sociedade. Essas mudanças podem ocorrer em níveis variados, desde indivíduos até grandes comunidades, visando melhorar as condições de vida, garantir direitos e promover a participação cidadã para uma sociedade mais inclusiva e equitativa.

Este artigo relata a experiência de aplicação de uma atividade de RE para um grupo de oito participantes de uma ONG, utilizando um Kit Maker ONG de baixo custo, desenvolvido especialmente para este contexto. O kit é baseado em Arduino Nano, chassi impresso em 3D, um sensor ultrassônico e programação em blocos por meio da plataforma Open Roberta Lab.

O objetivo principal da experiência foi avaliar o potencial do kit como ferramenta de inclusão digital e estímulo ao interesse pela tecnologia, observando o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais dos participantes durante a atividade.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A RE fundamenta-se na teoria construcionista de Seymour Papert, que propõe a aprendizagem por meio da construção de

artefatos significativos para o aprendiz [2]. Esta abordagem pedagógica tem demonstrado potencial para o desenvolvimento de competências cognitivas, afetivas e psicomotoras, além de habilidades essenciais para o século XXI, como criatividade, pensamento crítico, colaboração e comunicação [6], [7].

Para Resnick [8], a robótica oferece uma plataforma prática, na qual os estudantes podem explorar ideias, construir e modificar seus próprios projetos, estimulando a colaboração entre colegas, o envolvimento emocional com o processo de aprendizagem e preparando os alunos para um mundo em constante mudança.

A Educação Não Formal (ENF), definida pela UNESCO como estruturada e intencional, porém ocorrendo fora do sistema de ensino formal, complementa a educação tradicional, oferecendo caminhos alternativos ou adicionais para o aprendizado ao longo da vida [9]. Organizações Não Governamentais frequentemente atuam como provedoras de ENF, especialmente para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica [1].

A integração da RE em ambientes de ENF apresenta um potencial transformador, podendo aumentar o engajamento, a motivação intrínseca, a autonomia e a colaboração entre estudantes que, muitas vezes, são marginalizados pelo sistema educacional padrão [1], [3]. No entanto, a implementação da RE nesses contextos enfrenta barreiras consideráveis, principalmente relacionadas ao custo dos kits comerciais e à necessidade de infraestrutura e conhecimento técnico especializado.

Iniciativas que exploram plataformas como Arduino e metodologias como a robótica desplugada têm se mostrado promissoras para superar essas barreiras [3], [10]. O desenvolvimento de kits de baixo custo, utilizando componentes eletrônicos acessíveis, fabricação digital (impressão 3D) e software de programação intuitivo, pode democratizar o acesso à RE em contextos com recursos limitados.

III. O KIT MAKER ONG DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

O Kit Maker ONG de RE, utilizado nesta experiência (Figura 1), foi desenvolvido com foco na simplicidade, baixo custo e acessibilidade, visando sua aplicação em contextos de ENF com recursos limitados. Inspirado no projeto SMARS (Screwless Modular Arduino Robot System) desenvolvido por Kevin [11], o kit foi adaptado para utilizar componentes eletrônicos encontrados no mercado brasileiro e para ser montado sem necessidade de ferramentas especializadas.

A. Componentes do Kit

O kit é composto pelos seguintes componentes:

- **Arduino Nano:** Unidade de controle de baixo custo e amplamente disponível.
- **Chassi impresso em 3D:** Estrutura mecânica fabricada em plástico PLA, com design modular e de encaixe, eliminando a necessidade de parafusos.
- **Sensor ultrassônico HC-SR04:** Utilizado para detecção de obstáculos.
- **Dois motores DC 3-6V com caixa de redução:** Responsáveis pela locomoção do robô.

- **Driver de motor Mini Ponte H L298N:** Para controle dos motores.
- **Duas baterias de lítio 3,7V:** Fonte de energia recarregável.
- **Módulo carregador TP4056:** Para recarga segura via micro USB.
- **Placa de circuito perfurado (PCB 9 × 8 cm):** Base para montagem manual dos componentes.
- **Esteiras:** Em substituição às rodas (Impressão 3D em PLA, custo apresentado na Tabela 1).

Tabela I: Componentes do Kit Maker ONG desenvolvido com custos

Componente	Especificação	Valor (R\$)
Microcontrolador	Arduino Nano	35,90
Sensor	Ultrassônico HC-SR04	15,63
Motores	2x DC 3-6V com redução	28,96
Driver	Mini Ponte H L298N	17,04
Carregador	Módulo TP4056	17,00
Energia	Bateria Li-ion 3,7V	18,00
Base	PCB perfurada 9x8cm	18,90
Chassi, rodas e esteiras	Impresso 3D (PLA)	20,90*
Total dos componentes		172,33

*Custo estimado (fabricação local)

Preços pesquisados no Mercado Livre em 09/06/2025

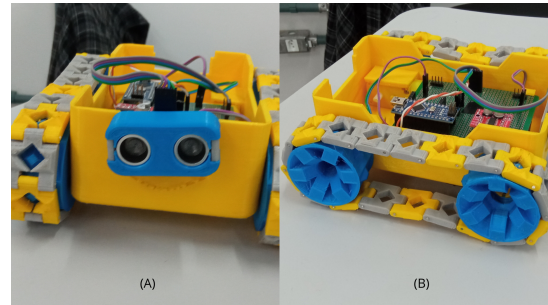


Figura 1: Primeiro protótipo do Kit Maker ONG

A análise comparativa entre o Kit Maker ONG desenvolvido e soluções comerciais disponíveis no mercado brasileiro apresenta vantagens econômicas e de acessibilidade para contextos de educação não formal. Com custo total de R\$ 172,33 para componentes eletrônicos (pesquisa realizada no Mercado Livre em junho de 2025), o Kit Maker ONG apresenta-se como uma opção para adoção com orçamentos limitados.

Embora possua somente um sensor, o kit atende aos objetivos educacionais fundamentais da RE, oferecendo programação em blocos por meio do Open Roberta Lab e facilidade de montagem. O diferencial reside na replicabilidade: enquanto os kits comerciais dependem de cadeias de distribuição e têm baixa capacidade de reprodução local, o chassi impresso em 3D permite fabricação descentralizada e custo menor, esta característica é relevante para ONGs e instituições com recursos limitados.

B. Características e Vantagens

O kit apresenta as seguintes características e vantagens:

- **Baixo custo:** O custo total estimado é de R\$ 172,33, inferior à alguns kits comerciais disponíveis no mercado.
- **Facilidade de montagem:** O design modular e de encaixe permite a montagem sem ferramentas especializadas, tornando o processo acessível para iniciantes.
- **Robustez:** Os componentes são duráveis e resistentes ao manuseio por crianças e adolescentes.
- **Programação intuitiva:** Compatível com a plataforma Open Roberta Lab, que utiliza programação visual por blocos, facilitando o aprendizado para iniciantes.
- **Replicabilidade:** O design do chassi estará disponível para *download* e pode ser impresso em qualquer impressora 3D, facilitando a replicação do kit.
- **Adaptabilidade:** O kit pode ser modificado ou expandido para incluir novos sensores ou atuadores.

C. Limitações

Apesar das vantagens, o kit apresenta algumas limitações:

- **Sensor único:** A versão atual conta apenas com um sensor ultrassônico, limitando as possibilidades de interação com o ambiente.
- **Dependência de impressão 3D:** A necessidade de acesso a uma impressora 3D para fabricação do chassi pode ser uma barreira em alguns contextos.
- **Conexão com computador:** A programação requer acesso a um computador com internet para utilização do Open Roberta Lab.

D. Comparação com Kits Comerciais

A tabela II apresenta uma comparação entre o Kit Maker ONG desenvolvido e alguns kits comerciais.

Tabela II: Comparação entre kits de robótica educacional

Característica	Kit-Maker ONG	RoboCore Explorer	ArduCore 4WD
Custo (R\$)	172,33	560,40	346,05
Economia vs comerciais	-	69,25%	50,20%
Microcontrolador	Arduino Nano	Rocket Tank*	Arduino UNO
Sensores	1 (ultrassônico)	3 (ultrassônico + 2 refletância)	1+ (ultrassônico + kit componentes)
Locomoção	Esteiras	Esteiras	4 rodas
Conectividade	-	-	Bluetooth
Chassi	Impresso 3D	Plástico injetado	Acrílico
Montagem	Sem parafusos	Parafusos	Parafusos
Programação	Open Roberta	Arduino IDE	Arduino IDE
Documentação	Básica	Guia completo	Básica
Público-alvo	ONGs/Iniciantes	Intermediário	Iniciantes/Escolas
Replicabilidade	Alta (3D)	Baixa	Baixa
Componentes extras	Mínimos	Médios	Muitos

A análise comparativa com kits comerciais reforça a proposta de valor do Kit Maker ONG. Em comparação com o Kit Robô Explorer da RoboCore (R\$ 560,40) e o Kit Robô 4WD Bluetooth da ArduCore (R\$ 346,05), o kit desenvolvido apresenta economia de 69% e 50%, respectivamente. Embora possua menor quantidade de sensores (1 vs 3 e 1+) e funcionalidades limitadas (sem Bluetooth ou sensores de refletância), o Kit Maker ONG atende aos objetivos educacionais fundamentais com foco na acessibilidade. Sua vantagem reside na replicabilidade por meio do chassi impresso em 3D e na facilidade

de montagem sem ferramentas, características essenciais para contextos de educação não formal com recursos limitados.

IV. METODOLOGIA

A. Contexto da Aplicação

A experiência foi realizada em uma sala da Universidade Estadual do Norte do Paraná com adolescentes da ONG Cantinho da Criança (situada na cidade de Santa Mariana, interior do Paraná), que atende crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Participaram da atividade oito participantes (sete meninas e um menino) com idades entre 12 e 13 anos, selecionados entre os participantes mais velhos da ONG, com diferentes níveis de experiência prévia em tecnologia. Um dos participantes (Aluno-1) já havia participado de aulas formais de robótica, enquanto os demais eram iniciantes na área. As atividades foram distribuídas em duas sessões realizadas nos dias 11 e 18 de junho de 2025, conduzidas por um discente do curso de Ciência da Computação, com observações realizadas por um educador durante 2 horas consecutivas em cada sessão.

Na Figura 2 são exibidos os participantes da atividade. Considerando a limitação de apenas um protótipo Kit Maker e os papéis definidos para a aplicação da atividade, os oito participantes foram divididos em duas turmas (com quatro participantes cada).



Figura 2: Participantes da atividade

B. Aspectos Éticos

Esta experiência faz parte de um projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Os participantes já possuíam termo de livre consentimento assinado pelos responsáveis junto à ONG para participação em atividades educacionais diversas, incluindo karatê, música e artes. A participação na atividade de robótica foi voluntária e os dados coletados foram tratados de forma confidencial, preservando a identidade dos participantes.

C. Planejamento da Atividade

A atividade "Exploradores Robóticos" foi estruturada nas seguintes partes:

- 1) **Introdução e Contextualização (20 minutos):** Apresentação dos conceitos básicos de robótica e dos componentes do kit.
- 2) **Montagem do Robô (40 minutos):** Montagem colaborativa do robô móvel.
- 3) **Introdução à Programação (30 minutos):** Familiarização com a plataforma Open Roberta Lab e criação de um programa simples de movimento.
- 4) **Reflexão (30 minutos):** Reflexão sobre a experiência.

O processo de montagem colaborativa estruturou-se em quatro papéis específicos: Engenheira(o) de montagem (liderança do processo), Documentador(a) (registro de etapas), Testador(a) (verificação de componentes) e Programador(a) (antecipação da integração com o código). Embora a metodologia prevísse rodízio entre os papéis para ampliar a experiência de aprendizagem, as limitações de tempo das sessões (2 horas) impediram sua implementação completa. Cada participante manteve seu papel inicial durante toda a montagem, no entanto houve interação entre eles em todas as fases de construção e programação do kit maker ONG. Vale destacar que há a necessidade de sessões mais extensas ou múltiplos encontros para viabilizar o rodízio completo em futuras aplicações.

Para a etapa de programação, foi utilizada a plataforma Open Roberta Lab com uma configuração específica que merece destaque metodológico. Embora o kit desenvolvido seja baseado em Arduino Nano, optou-se por utilizar a configuração do robô LEGO EV3 na plataforma de programação. Esta decisão fundamentou-se na ausência de simulador visual para robôs móveis na configuração Arduino da plataforma Open Roberta Lab. A escolha metodológica priorizou a experiência de aprendizagem visual por meio do modo debug, no qual os participantes podiam visualizar o comportamento esperado do robô antes da execução física, facilitando a compreensão da lógica de programação. A transferência do código para o hardware Arduino foi realizada pelo facilitador, mantendo o foco dos participantes na lógica de programação em blocos.

D. Instrumentos de Observação e Avaliação

Para avaliar a evolução dos participantes durante a atividade, foi utilizado um formulário de observação individual, conforme apresentado na Figura 3, contendo os seguintes itens:

- 1) **Habilidades Técnicas:** Montagem do robô, compreensão dos componentes, uso da plataforma de programação, lógica de programação e compreensão do sensor.
- 2) **Habilidades Socioemocionais:** Trabalho em equipe, comunicação, resolução de problemas, criatividade e autonomia.
- 3) **Engajamento e Atitudes:** Interesse pela atividade, persistência, iniciativa, atitude frente ao erro e transferência de conhecimento.

Cada item foi avaliado em três níveis: iniciante, em desenvolvimento e avançado, com critérios específicos para cada nível.

Figura 3: Formulário de Observação

E. Procedimentos de Coleta de Dados

Durante a atividade, foram coletados os seguintes dados:

- **Observações diretas:** Registradas no formulário de observação individual.
- **Registros fotográficos:** Documentando as diferentes etapas da atividade.
- **Relatos dos participantes:** Coletados durante a etapa de reflexão.

F. Limitações Metodológicas

Esta experiência apresenta limitações metodológicas que devem ser consideradas na interpretação dos resultados:

- **Amostra reduzida:** Oito participantes limitam a generalização estatística dos resultados;
- **Observador único:** A coleta de dados por um único observador pode introduzir viés subjetivo nas avaliações;
- **Ausência de grupo controle:** A metodologia de pesquisa-ação não incluiu grupo controle para comparação;
- **Análise estatística limitada:** Devido ao tamanho da amostra, não foram realizados testes de significância estatística;

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da atividade "Exploradores Robóticos" com oito participantes (sete meninas e um menino) de 12-13 anos, distribuídos em duas sessões (11 e 18 de junho de 2025), proporcionou dados sobre o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais por meio da RE. Os resultados foram coletados através de observação sistemática durante 2 horas de atividade por sessão, utilizando escala de três níveis (iniciante=1, desenvolvimento=2, avançado=3).

Tabela III: Distribuição de níveis por habilidade técnica (%)

Habilidade	Inic.	Desenv.	Avanç.
Montagem	0	75	25
Componentes	0	75	25
Plataforma	62,5	25	12,5
Programação	25	50	25

A. Habilidades Técnicas

A análise das habilidades técnicas revelou uma média geral de 1,94 pontos (64,7% da escala), indicando que a maioria dos participantes atingiu nível intermediário nas competências técnicas avaliadas, com variações significativas entre os diferentes aspectos.

Montagem do Robô: 25% dos participantes (Aluna-7 e Aluno-1) demonstraram nível avançado, realizando a montagem de forma independente, enquanto 75% necessitaram de orientação, classificados em nível de desenvolvimento. Nenhum participante foi classificado como iniciante neste aspecto, indicando que a metodologia de montagem colaborativa foi eficaz.

Compreensão dos Componentes: Seguindo o mesmo padrão da montagem, 25% atingiram nível avançado, compreendendo as funções dos componentes e suas interações, enquanto 75% identificaram componentes básicos com orientação.

Uso da Plataforma de Programação: Este aspecto apresentou os maiores desafios, com apenas 12,5% (Aluno-1) navegando independentemente no Open Roberta Lab, 25% usando com orientação, e 62,5% apresentando dificuldades significativas. Este resultado reforça a necessidade de familiarização prévia com a plataforma, conforme identificado nas observações qualitativas.

Lógica de Programação: 25% dos participantes demonstraram capacidade de criar sequências lógicas complexas, 50% compreenderam sequências simples, e 25% apresentaram dificuldades na compreensão da sequência lógica necessária.

B. Habilidades Socioemocionais

As habilidades socioemocionais apresentaram a maior média (2,41 pontos - 80,3%), confirmando que a metodologia colaborativa foi particularmente eficaz para o desenvolvimento dessas competências.

Trabalho em Equipe: 50% dos participantes demonstraram colaboração espontânea e facilitaram o trabalho em grupo, enquanto os outros 50% colaboraram quando orientados. Nenhum participante apresentou dificuldades significativas neste aspecto.

Comunicação: 50% comunicaram-se claramente e expressaram ideias com facilidade, 25% comunicaram-se quando questionadas, e 25% tiveram dificuldade para expressar ideias.

Resolução de Problemas: 37,5% buscaram soluções de forma independente, 50% resolveram problemas com orientação, e apenas 12,5% desistiram diante de obstáculos.

C. Engajamento e Participação

O engajamento apresentou média de 2,25 pontos (75%), representando melhoria significativa em relação aos dados

preliminares e demonstrando a eficácia da atividade para manter o interesse dos participantes.

Interesse, Participação Ativa e Iniciativa: Todos os três aspectos seguiram distribuição idêntica: 50% demonstraram alto nível, 37,5% nível moderado, e apenas 12,5% baixo nível. Esta distribuição indica que a atividade foi eficaz para engajar a maioria dos participantes.

Persistência: 37,5% mantiveram-se focados mesmo diante de desafios, 50% persistiram com encorajamento, e 12,5% desistiram rapidamente, indicando que a maioria dos participantes desenvolveu resiliência durante a atividade.

D. Análise Comparativa Entre Sessões

A comparação entre as duas sessões revelou padrões interessantes. A primeira sessão (11/06) apresentou melhor desempenho técnico (68,7% vs 62,7%), enquanto a segunda sessão (18/06) demonstrou superior desenvolvimento socioemocional (85,3% vs 75,0%) e engajamento (83,3% vs 66,7%). Esta variação sugere que fatores contextuais, como composição do grupo e dinâmica interpessoal, influenciam os resultados.

Tabela IV: Comparação de desempenho entre sessões

Sessão	Técnicas	Socioemoc.	Engaj.
11/06 (n=4)	2,06	2,25	2,00
18/06 (n=4)	1,88	2,56	2,50
Geral (n=8)	0,94	1,41	1,25

E. Perfis de Desempenho

A análise individual revelou três perfis distintos de desempenho:

Alto Desempenho (37,5% - 3 participantes): Aluno-1, Aluna-7 e Aluna-5 apresentaram médias superiores a 2,5 pontos. Aluno-1 destacou-se pela experiência prévia em robótica formal, enquanto Aluna-7 e Aluna-5 demonstraram aptidão natural e alto engajamento.

Desempenho Médio (37,5% - 3 participantes): Aluna-2, Aluna-6 e Aluna-8 apresentaram desenvolvimento equilibrado, com potencial de crescimento identificado em aspectos específicos.

Desempenho Baixo (25% - 2 participantes): Aluna-4 e Aluna-3 necessitaram de estratégias pedagógicas diferenciadas, com Aluna-3 apresentando baixo interesse geral e Aluna-4 demonstrando dificuldades de persistência.

F. Discussão à Luz do Referencial Teórico

Os resultados obtidos corroboram com os achados sobre RE de baixo custo como ferramenta de apoio ao ensino de ciências exatas, destacando o potencial democratizador de soluções tecnológicas acessíveis na educação [4]. A efetividade observada no desenvolvimento de habilidades técnicas (64,7%) e, especialmente, socioemocionais (80,3%) dos participantes alinha-se com a perspectiva de que a RE de baixo custo não apenas viabiliza o acesso à tecnologia em contextos com recursos limitados, mas também promove aprendizagens que transcendem o domínio puramente técnico. Corroboram ainda

com os princípios construcionistas de Papert [2], demonstrando que a construção de artefatos promoveu aprendizagem ativa.

O Kit Maker ONG, com custo de R\$ 172,33, exemplifica como a redução de barreiras econômicas pode ampliar o alcance da RE, confirmando que a acessibilidade financeira não compromete a qualidade da experiência educacional. Tal constatação é particularmente relevante para o contexto de ONGs, situação em que a sustentabilidade econômica dos projetos educacionais constitui fator determinante para sua continuidade e expansão.

A experiência demonstra que soluções de baixo custo podem ser pedagogicamente eficazes, validando a premissa de que a democratização da RE é viável por meio de abordagens maker que priorizam a acessibilidade sem sacrificar os objetivos educacionais fundamentais.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada, envolvendo oito participantes em duas sessões de aplicação, demonstra o potencial da RE como ferramenta de inclusão digital em contextos de educação não formal.

Entre os resultados observados neste contexto, destacam-se:

- Desenvolvimento de habilidades socioemocionais (80,3% da escala), superando as habilidades técnicas (64,7%), confirmando que a metodologia colaborativa é particularmente eficaz para competências interpessoais;
- Alto engajamento sustentado (75% da escala), com 50% dos participantes demonstrando interesse, participação e iniciativa em nível avançado;
- Distribuição equilibrada de perfis de desempenho: 37,5% alto, 37,5% médio e 25% baixo, indicando adaptabilidade da metodologia a diferentes características individuais;
- Variação entre sessões evidenciando que fatores contextuais e dinâmica de grupo influenciam os resultados, com a segunda sessão apresentando melhor desempenho socioemocional (+13,8%) e engajamento (+25%);

A experiência apresentou limitações importantes que devem orientar futuras implementações:

- Persistência da dificuldade com a plataforma Open Roberta Lab (62,5% dos participantes em nível iniciante), confirmando a necessidade de familiarização prévia;
- Variação no desempenho individual (médias de 1,25 a 2,92), indicando necessidade de estratégias pedagógicas diferenciadas;
- Influência de fatores contextuais no desempenho entre sessões, sugerindo importância da composição e dinâmica dos grupos;
- Limitações metodológicas relacionadas ao tamanho da amostra, observador único e ausência de validação formal dos instrumentos.

Para a prática educativa em contextos similares, os resultados sugerem:

- Implementação obrigatória de etapa preparatória de familiarização com ferramentas digitais, especialmente plataformas de programação visual;

- Desenvolvimento de estratégias pedagógicas diferenciadas para atender aos perfis de desempenho identificados;
- Atenção especial à composição dos grupos, considerando a influência da dinâmica interpessoal nos resultados;
- Foco nas habilidades socioemocionais como ponto forte da metodologia, utilizando-as como base para desenvolvimento das competências técnicas.

Como trabalhos futuros, os resultados apontam para:

- Desenvolvimento de protocolo estruturado de preparação prévia para ferramentas digitais;
- Estudo longitudinal para avaliar retenção de aprendizagem e impacto a longo prazo;
- Ampliação da amostra para diferentes contextos de educação não formal, visando generalização dos resultados;
- Desenvolvimento de uma extrusora de filamento para a impressão 3D, que recicla garrafas PET a fim de reduzir ainda mais os custos e promover a sustentabilidade.

Os dados coletados confirmam que iniciativas de democratização da RE têm potencial para desenvolvimento de competências do século XXI, especialmente, habilidades socioemocionais, mesmo em contextos com recursos limitados.

A experiência reforça a viabilidade do kit maker desenvolvido como possível alternativa acessível para ONGs, validando sua aplicabilidade pedagógica e sustentabilidade econômica. A consistência dos resultados entre diferentes participantes, evidencia que abordagens planejadas podem auxiliar a superar barreiras socioeconômicas no acesso à educação tecnológica.

REFERÊNCIAS

- [1] C. E. Ribeiro, D. F. G. Trindade, R. H. C. Palácios, and E. Todt, "Exploring the use of educational robotics in non-formal learning environments: A systematic mapping," *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pp. 111–120, 2023.
- [2] S. Papert, *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, 1980.
- [3] C. E. Ribeiro, R. H. C. Palácios, and E. Todt, "Evaluation of the impact of educational robotics on school engagement: Educators' perspectives," *Anais do XIII Workshop de Robótica Educacional*, 2024.
- [4] R. F. Silva, L. M. Almeida, and J. R. Pereira, "Robótica educacional de baixo custo como ferramenta de apoio ao ensino de ciências exatas," *Revista Brasileira de Educação em Ciência e Tecnologia*, vol. 13, no. 2, pp. 45–59, 2020.
- [5] J. B. d. S. Santos, R. I. S. Pereira, A. K. Caetano, and S. C. S. Jucá, *ANAIIS DO WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), Passo Fundo/RS*. DOI: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.234831>, vol. 29, no. 1, pp. 475–485, 2023.
- [6] L. P. E. Toh, A. Causo, P. W. Tzuo, I. M. Chen, and S. H. Yeo, "A review on the use of robots in education and young children," *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 19, no. 2, pp. 148–163, 2016.
- [7] A. Eguchi, "Robocupjunior for promoting stem education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 75, pp. 692–699, 2016.
- [8] M. Resnick, *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press, 2017.
- [9] UNESCO Institute for Statistics, "International standard classification of education: Isced 2011," UIS, Tech. Rep., 2012.
- [10] P. d. S. Cavalcante, "Análise de kits de robótica educacional e elaboração de um kit protótipo de custo acessível baseado na plataforma arduino," Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, 2022.
- [11] K. Thomas, "Smars - screwless modular assembleable robotic system," <https://www.kevsrobots.com/blog/smars.html>, Kev's Robots, 2023, accessed: 2025-06-23.