

Robótica Educacional Sustentável: Ferramenta para Inovação no Processo de Ensino-Aprendizagem e Redução do Impacto Ambiental

Luana Rabelo dos Santos

Instituto Federal do Pará (*luanasants290@gmail.com*)

Victor Soares de Miranda

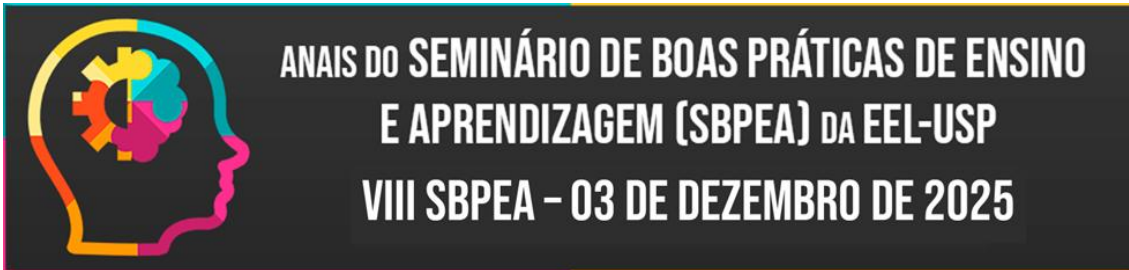
Instituto Federal do Pará (*codecipher7743@gmail.com*)

Jacqueline Cristina Teixeira do Rosário

Instituto Federal do Pará (*jacqueteixeira25@gmail.com*)

Resumo

Este projeto de pesquisa investiga a integração da robótica educacional com práticas de sustentabilidade como ferramenta para potencializar o processo de ensino-aprendizagem e fomentar a consciência ambiental. A abordagem propõe a substituição de componentes tradicionais por materiais recicláveis na construção de artefatos robóticos, utilizando kits de baixo custo. O objetivo é desenvolver competências técnicas, lógicas e socioemocionais nos estudantes enquanto se resolvem problemas práticos ligados ao meio ambiente, como a criação de robôs para identificação de resíduos ou sistemas de irrigação automatizada. A metodologia envolve a capacitação de colaboradores, a implementação de oficinas práticas e o desenvolvimento de jogo educacional em Python que estimulam a criatividade e o trabalho em equipe. Desenvolvido no Instituto Federal do Pará, Campus Vigia, entre setembro e outubro de 2025, o projeto foi apresentado no evento "IFs do Norte na COP 30", gerando interesse significativo entre educadores da região Norte. Os resultados evidenciam aumento no engajamento dos estudantes e transformações nas percepções sobre tecnologia e sustentabilidade, demonstrando que é



possível promover educação tecnológica inclusiva, de baixo custo e alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Sustentabilidade, Materiais Recicláveis, Educação Ambiental, Metodologias Ativas.

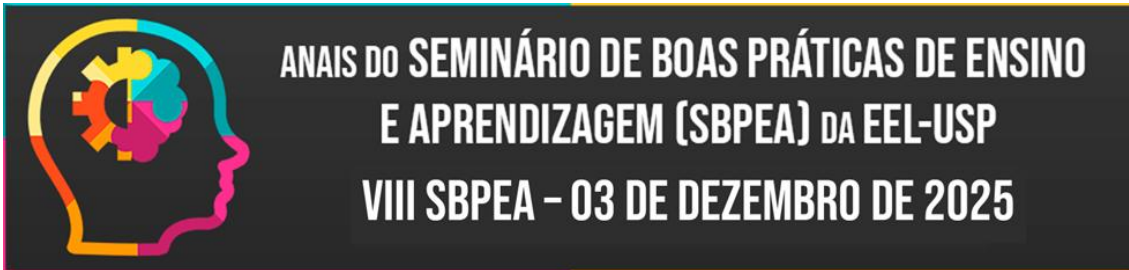
Abstract

This research project investigates the integration of educational robotics with sustainability practices as a tool to enhance the teaching-learning process and foster environmental awareness. The approach proposes replacing traditional components with recyclable materials in the construction of robotic artifacts, using low-cost kits. The objective is to develop technical, logical, and socioemotional competencies in students while addressing practical environmental problems, such as creating robots for waste identification or automated irrigation systems. The methodology involves training collaborators, implementing practical workshops, and developing an educational game in Python that stimulate creativity and teamwork. Developed at the Federal Institute of Pará, Vigia Campus, between September and October 2025, the project was presented at the "Northern IFs at COP 30" event, generating significant interest among educators in the Northern region. The results show increased student engagement and transformations in perceptions about technology and sustainability, demonstrating that it is possible to promote inclusive, low-cost technological education aligned with the Sustainable Development Goals.

Keywords: Educational Robotics, Sustainability, Recyclable Materials, Environmental Education, Active Methodologies.

Resumen

Este proyecto de investigación examina la integración de la robótica educativa con prácticas de sostenibilidad como herramienta para potenciar el proceso de enseñanza-

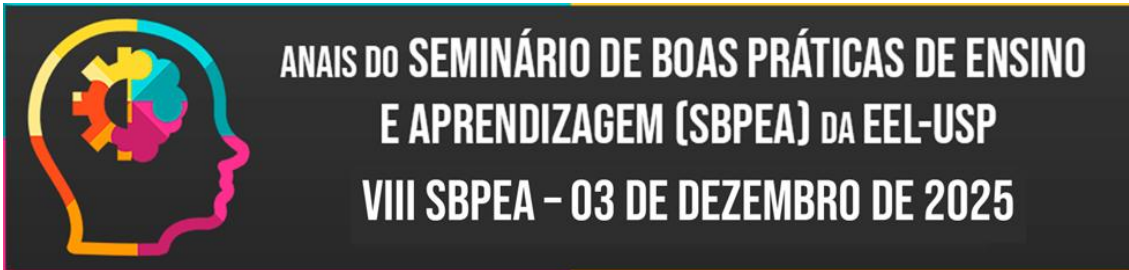


aprendizaje y fomentar la conciencia ambiental. El enfoque propone sustituir componentes tradicionales por materiales reciclables en la construcción de artefactos robóticos, utilizando kits de bajo costo. El objetivo es desarrollar competencias técnicas, lógicas y socioemocionales en los estudiantes mientras se resuelven problemas prácticos relacionados con el medio ambiente, como la creación de robots para identificación de residuos o sistemas de riego automatizado. La metodología involucra la capacitación de colaboradores, la implementación de talleres prácticos y el desarrollo de un juego educativo en Python que estimulan la creatividad y el trabajo en equipo. Desarrollado en el Instituto Federal de Pará, Campus Vigia, entre septiembre y octubre de 2025, el proyecto fue presentado en el evento "IFs del Norte en la COP 30", generando interés significativo entre educadores de la región Norte. Los resultados evidencian aumento en el compromiso de los estudiantes y transformaciones en las percepciones sobre tecnología y sostenibilidad, demostrando que es posible promover educación tecnológica inclusiva, de bajo costo y alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Palabras clave: Robótica Educativa, Sostenibilidad, Materiales Reciclables, Educación Ambiental, Metodologías Activas.

1. INTRODUÇÃO

O ensino tradicional de tecnologia e programação muitas vezes ocorre de forma descontextualizada da realidade do aluno e dos desafios globais urgentes. Ao mesmo tempo, a robótica educacional, embora eficaz, pode ser vista como uma atividade de alto custo e geradora de lixo eletrônico. O problema central é a falta de conexão entre a formação técnica e a consciência socioambiental, resultando em profissionais que dominam a tecnologia, mas não são incentivados a aplicá-la na resolução de problemas de sustentabilidade. Além disso, o baixo engajamento dos alunos em questões ambientais frequentemente decorre da ausência de ferramentas práticas e atraentes que conectem teoria e ação.

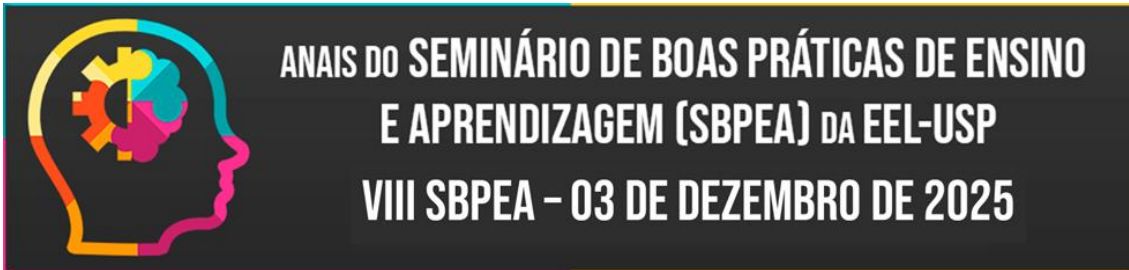


A Agenda 2030, proposta pela ONU, reúne um conjunto de metas que orientam ações para enfrentar os desafios sociais e ambientais atuais. Entre elas, algumas estão diretamente ligadas à educação e ao modo como formamos cidadãos capazes de agir de forma sustentável. Nesse contexto, trabalhar temas ambientais em sala de aula deixa de ser algo complementar e passa a ser parte essencial da formação dos estudantes. Conforme Silva e Leão (2020), a educação para a sustentabilidade deve se ocupar da aprendizagem de atitudes e valores que orientam as pessoas a viverem de forma mais sustentável.

Nesse contexto, a robótica educacional emerge como uma metodologia inovadora que vai além do simples ensino de programação e eletrônica. Fundamentada no construcionismo de Seymour Papert, propõe que os estudantes construam seu próprio conhecimento através da interação com objetos tecnológicos, tornando-se sujeitos ativos de seu processo educativo (PAPERT, 1980; SANTOS *et al.*, 2020). Mitchel Resnick amplia essa perspectiva com a abordagem da Aprendizagem Criativa, baseada nos princípios de projetos, paixão, pares e pensar brincando, enfatizando que o aprendizado se torna mais significativo quando os estudantes criam artefatos relevantes para eles (RESNICK, 2020).

A integração da robótica com metodologias ativas, especialmente na perspectiva STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), representa uma abordagem que rompe com o ensino tradicional passivo. Bacich e Holanda (2020) evidenciam que a abordagem STEAM em sala de aula, fundamentada na aprendizagem baseada em projetos, possibilita a integração de conhecimentos de diversas áreas na resolução de problemas complexos. Pesquisas demonstram que as metodologias ativas na perspectiva STEAM contribuem significativamente na aprendizagem dos estudantes e no desenvolvimento de habilidades preconizadas na Base Nacional Comum Curricular (SILVA *et al.*, 2024).

Quando integrada aos princípios da sustentabilidade, a robótica educacional potencializa seu impacto formativo. Segundo Jacobi (2003), a educação ambiental é fundamental para o fortalecimento da cidadania e da sustentabilidade. A utilização de materiais recicláveis na construção de artefatos robóticos representa uma abordagem que une teoria e prática,



tornando visível o conceito de economia circular e ressignificando o papel do resíduo como matéria-prima para a inovação (ONU, 2015).

A justificativa para este projeto fundamenta-se na necessidade urgente de repensar as práticas educacionais em tecnologia, tornando-as mais acessíveis e alinhadas aos desafios ambientais globais. Ao propor a construção de robôs com materiais recicláveis e componentes de baixo custo, o projeto democratiza o acesso à robótica educacional e promove uma mudança de mentalidade em relação ao consumo e descarte de materiais.

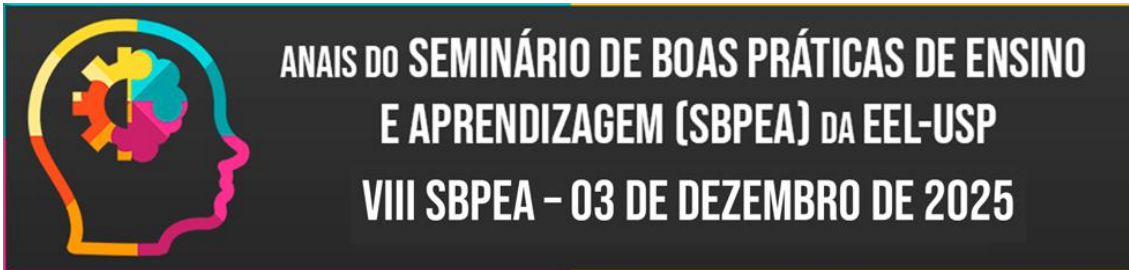
Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo geral promover a integração da robótica educacional com princípios de sustentabilidade como ferramenta pedagógica para o desenvolvimento de competências técnicas, cognitivas, lógicas e socioemocionais e a conscientização ambiental em ambientes escolares. Os objetivos específicos são: introduzir o uso de kits de robótica educacional e materiais recicláveis nas aulas de informática e tecnologia; estimular o trabalho em equipe, a criatividade e a resolução de problemas através de projetos práticos; realizar oficinas que incentivam a criação de artefatos robóticos sustentáveis com aplicação prática; e produzir guias e materiais didáticos sobre robótica sustentável para disseminação e replicação do projeto.

Este artigo apresenta a experiência desenvolvida no Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus Vigia, e apresentada no evento "IFs do Norte na COP 30", realizado entre 20 e 22 de outubro de 2025 em Belém-PA. O artigo estrutura-se da seguinte forma: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica; a seção 3 descreve a metodologia; a seção 4 apresenta os resultados e discussões; e a seção 5 traz as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Robótica Educacional Sustentável: Conceitos e Fundamentos Pedagógicos

A robótica educacional constitui-se como uma abordagem pedagógica inovadora que utiliza a construção e programação de robôs como ferramenta para o desenvolvimento de competências técnicas, cognitivas e socioemocionais. Segundo Santos *et al.* (2020), ela pode ser compreendida como um ambiente de aprendizagem interdisciplinar que



promove o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade, da capacidade de resolução de problemas e do trabalho colaborativo.

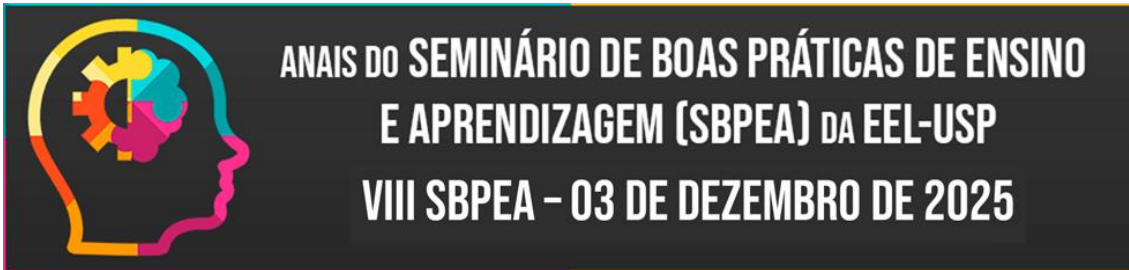
A base conceitual utilizada neste projeto se inspira nas ideias de Seymour Papert, que defendia que aprender é mais natural quando o estudante cria algo concreto e pode experimentar com suas próprias hipóteses. Na robótica, isso acontece quando o aluno monta e testa seus próprios protótipos, transformando conceitos abstratos em experiências práticas (PAPERT, 1980). Para o autor, o computador e os objetos programáveis representam ferramentas poderosas que permitem aos estudantes experimentar, testar hipóteses e construir conhecimento de forma autônoma. Nessa perspectiva, o erro deixa de ser visto como fracasso e passa a ser parte fundamental do processo de aprendizagem.

Santos *et al.* (2021) destacam que o construcionismo papertiano enfatiza a importância da construção mental associada à construção concreta de objetos. Na robótica educacional, essa premissa se materializa quando os alunos não apenas aprendem conceitos abstratos de programação e eletrônica, mas aplicam esses conhecimentos na construção de robôs funcionais que resolvem problemas reais ou simulados.

Resnick (2020) complementa essa perspectiva com a abordagem da Aprendizagem Criativa, fundamentada em quatro princípios essenciais: projetos, paixão, pares e pensar brincando (os 4 P's). A aprendizagem se torna mais significativa quando os estudantes trabalham em projetos que despertam sua paixão, colaboram com pares e mantêm uma atitude lúdica diante dos desafios. O autor argumenta ainda que a sociedade contemporânea demanda indivíduos criativos, competências naturalmente desenvolvidas em ambientes de aprendizagem baseados em projetos de robótica.

2.2. Metodologias Ativas e a Abordagem STEAM

A integração da robótica educacional com metodologias ativas representa um movimento pedagógico que rompe com o modelo tradicional de ensino centrado na transmissão de conhecimentos pelo professor. As metodologias ativas caracterizam-se por estratégias que colocam o aluno no centro do processo educativo, incentivando a participação ativa, a reflexão crítica e a aplicação prática dos conhecimentos.



A abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) emerge como uma base integradora que potencializa o ensino de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática de forma contextualizada. Bacich e Holanda (2020) argumentam que a abordagem STEAM, fundamentada na Aprendizagem Baseada em Projetos, possibilita a integração de conhecimentos de diversas áreas na resolução de problemas complexos e significativos.

Silva *et al.* (2024) evidenciam que as metodologias ativas na perspectiva STEAM contribuem significativamente para a aprendizagem dos estudantes em todos os níveis, sendo importantes aliadas para o desenvolvimento de habilidades preconizadas na BNCC. Os autores destacam que a abordagem promove competências como criatividade, pensamento crítico, colaboração e comunicação.

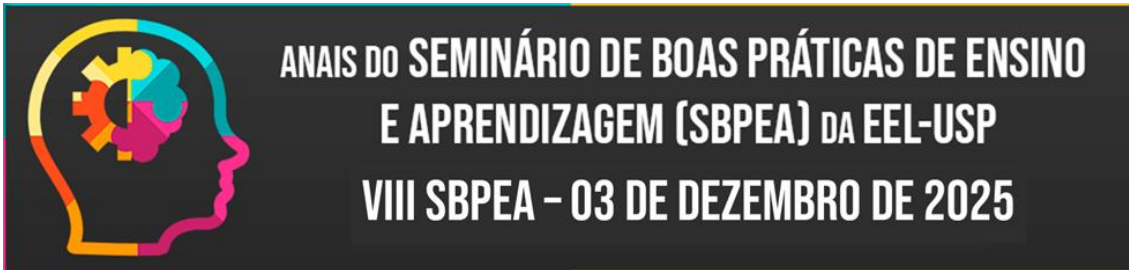
A robótica educacional insere-se perfeitamente nessa perspectiva, pois sua prática demanda a mobilização integrada de conhecimentos de física, matemática, tecnologia, engenharia e artes. Bacich e Holanda (2020) ressaltam que a Aprendizagem Baseada em Projetos permite que os estudantes desenvolvam projetos que partem de problemas reais ou simulados, engajando-os em processos investigativos, colaborativos e criativos.

2.3. Educação para a Sustentabilidade e Consciência Ambiental

A educação para a sustentabilidade constitui-se como dimensão fundamental da educação contemporânea, voltada para a formação de cidadãos conscientes de sua responsabilidade socioambiental. Silva e Leão (2020) destacam que ela deve se ocupar da aprendizagem de atitudes e valores que orientam as pessoas a viverem de forma mais sustentável.

Jacobi (2003) argumenta que a educação ambiental é fundamental para o fortalecimento da cidadania, devendo estar presente de forma integrada em todos os níveis do processo educativo. O autor enfatiza que ela não se restringe à transmissão de informações sobre a natureza, mas deve promover reflexão crítica sobre padrões de consumo e relações entre sociedade e meio ambiente.

A Agenda 2030 da ONU reforça o papel central da educação na consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, particularmente do ODS 4, que propõe assegurar que



todos os educandos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015). Silva e Leão (2020) ressaltam que os desafios da sustentabilidade exigem educação que promova efetivamente mudanças de atitudes e comportamentos.

2.4. Integração entre Robótica Educacional e Sustentabilidade

A integração da robótica educacional com princípios de sustentabilidade representa uma abordagem que potencializa tanto o desenvolvimento de competências técnicas quanto a formação de consciência socioambiental. Essa integração se materializa em práticas que utilizam materiais recicláveis na construção de artefatos robóticos e contextualizam o ensino de tecnologia em problemas ambientais reais.

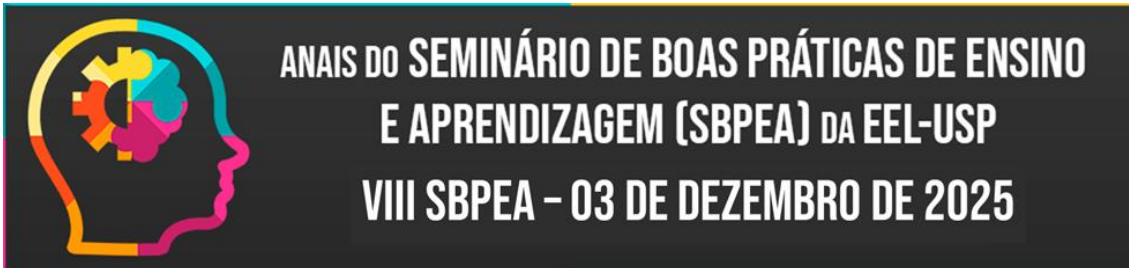
A utilização de materiais recicláveis alinha-se aos princípios do ODS 12, que preconiza a promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo (ONU, 2015). Ao construir robôs utilizando materiais que seriam descartados, os estudantes vivenciam na prática o conceito de economia circular.

Resnick (2020) destaca que projetos de aprendizagem se tornam mais significativos quando conectados aos interesses e preocupações dos estudantes. Bacich e Holanda (2020) argumentam que a Aprendizagem Baseada em Projetos ganha maior relevância quando busca solucionar problemas reais das comunidades.

A abordagem de robótica educacional sustentável também democratiza o acesso à tecnologia, pois a utilização de materiais recicláveis e componentes de baixo custo reduz barreiras econômicas que muitas vezes limitam a implementação de projetos de robótica em escolas públicas. Essa dimensão de inclusão alinha-se aos princípios do ODS 4 (ONU, 2015).

3. MÉTODO

3.1. Caracterização da Pesquisa



A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, pois buscou compreender a experiência dos estudantes durante o desenvolvimento do projeto. O foco não foi medir resultados quantitativamente, mas analisar como eles interagiram com os materiais, com os monitores e com os desafios propostos. A pesquisa qualitativa permite a compreensão aprofundada dos processos educativos e dos significados construídos ao longo das experiências de aprendizagem (SANTOS *et al.*, 2021).

O projeto foi desenvolvido no Instituto Federal do Pará, Campus Vigia, entre setembro e outubro de 2025. O contexto escolhido justifica-se pela necessidade de implementar práticas pedagógicas inovadoras que integrem formação técnica e consciência socioambiental, alinhando-se aos princípios da educação para a sustentabilidade (SILVA; LEÃO, 2020) e aos objetivos da Agenda 2030 (ONU, 2015). O projeto foi apresentado posteriormente no evento "IFs do Norte na COP 30", realizado em Belém-PA entre 20 e 22 de outubro de 2025.

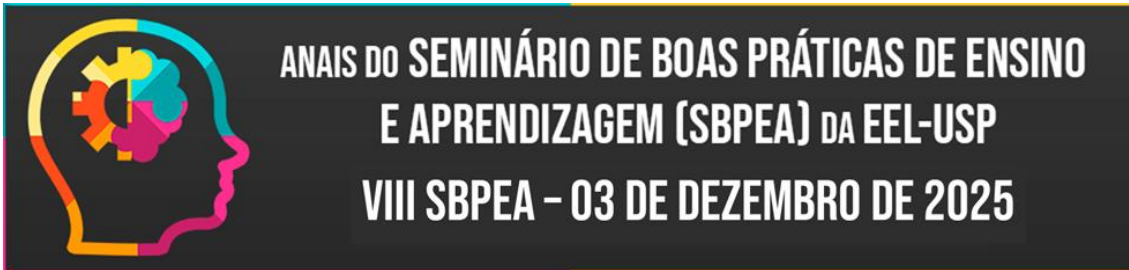
A abordagem metodológica fundamenta-se nos princípios do construcionismo de Papert (1980, 2008) e da Aprendizagem Criativa de Resnick (2020), privilegiando a construção ativa do conhecimento pelos estudantes. Alinha-se também à perspectiva STEAM e à Aprendizagem Baseada em Projetos (BACICH; HOLANDA, 2020).

3.2. Participantes

O projeto envolveu aproximadamente 10 estudantes do IFPA, Campus Vigia, distribuídos em dois grupos: 2 estudantes do curso técnico em informática subsequente que atuaram como monitores colaboradores após capacitação; e cerca de 8 estudantes do curso técnico em informática integrado ao ensino médio, que participaram das oficinas práticas.

A coordenação ficou sob responsabilidade da Professora MSc. Jacqueline Teixeira, que ministrou a capacitação dos monitores e supervisionou todas as etapas. A participação dos estudantes foi voluntária.

A formação da equipe de monitores constituiu-se como estratégia fundamental, criando um modelo de aprendizagem em cascata no qual estudantes mais experientes atuam como



facilitadores para seus pares, alinhando-se aos princípios da Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020).

3.3. Etapas de Desenvolvimento do Projeto

O projeto foi estruturado em quatro etapas principais, desenvolvidas ao longo de dois meses:

Etapa 1: Capacitação dos Monitores Colaboradores

A primeira etapa consistiu na capacitação dos 2 estudantes do curso técnico subsequente que atuariam como monitores. Santos *et al.* (2020) argumentam que o sucesso de projetos de robótica educacional depende da preparação adequada dos facilitadores.

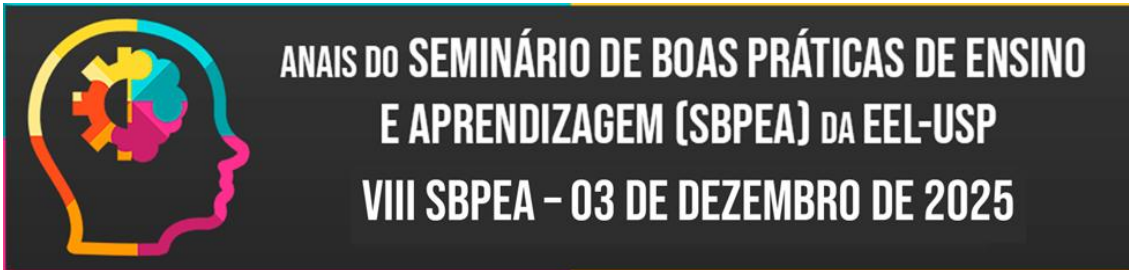
A capacitação, ministrada pela Professora Jacqueline Teixeira, abordou: fundamentos da robótica educacional e do construcionismo (PAPERT, 1980, 2008); princípios da Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020); técnicas de programação utilizando kits de baixo custo; estratégias para integração de materiais recicláveis; princípios de educação ambiental (JACOBI, 2003; SILVA; LEÃO, 2020); metodologias ativas e abordagem STEAM (BACICH; HOLANDA, 2020); e desenvolvimento de jogos educacionais em linguagem Python.

Durante a capacitação, a equipe desenvolveu colaborativamente um jogo na linguagem de programação Python focado na temática de reciclagem, ferramenta que seria posteriormente utilizada nas oficinas.

Etapa 2: Seleção e Preparação de Materiais

A segunda etapa envolveu a seleção e preparação dos materiais que seriam utilizados nas oficinas. Seguindo os princípios da sustentabilidade e da economia circular (ONU, 2015), o projeto priorizou materiais recicláveis e componentes eletrônicos de baixo custo.

Os materiais recicláveis incluíram: garrafas PET, papelão, tampinhas plásticas, embalagens plásticas, rolos de papel e palitos de picolé. Os componentes eletrônicos



incluíram: placas Arduino, sensores de umidade e ultrassônicos, motores DC, LEDs, resistores, baterias e módulos Bluetooth.

A coleta dos materiais recicláveis envolveu os próprios estudantes e a comunidade escolar, promovendo reflexões sobre consumo e reutilização, alinhando-se aos objetivos da educação ambiental (JACOBI, 2003).

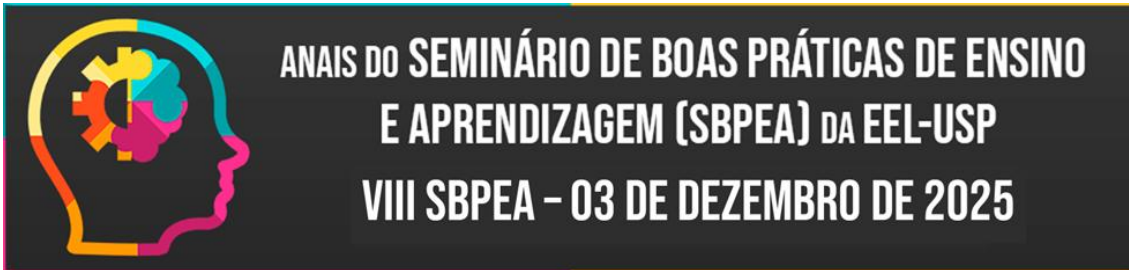
Etapa 3: Realização de Oficinas Práticas

A terceira etapa consistiu na realização de 3 oficinas práticas onde os 8 estudantes do curso integrado desenvolveram protótipos robóticos. As oficinas foram estruturadas segundo os princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos e da abordagem STEAM (BACICH; HOLANDA, 2020).

Os monitores colaboradores, sob supervisão da professora orientadora, atuaram como facilitadores, propondo desafios e estimulando a criatividade. As oficinas privilegiaram a autonomia dos estudantes, a experimentação e o trabalho colaborativo (PAPERT, 2008; RESNICK, 2020).

Os principais protótipos desenvolvidos foram:

- **Robô Catador:** Robô móvel controlado por aplicativo via *Bluetooth*, construído com chassi de papelão, rodas de tampas de garrafa, motores DC e placa Arduino. Programado para simular a coleta de resíduos, abordando a gestão de resíduos sólidos (ODS 12).
- **Sistema de Irrigação Inteligente:** Sistema automatizado utilizando sensor de umidade do solo, placa Arduino e bomba de aquário. A estrutura foi montada com garrafas PET. O sistema aciona a irrigação automaticamente, demonstrando aplicação prática no uso eficiente de recursos hídricos (ODS 12 e 13).
- **Jogo Educacional em Python:** Jogo digital desenvolvido pela professora orientadora em colaboração com os monitores, focado em reciclagem e separação de resíduos. Utilizado para estimular o pensamento computacional e a conscientização ambiental.



Etapa 4: Apresentação no Evento "IFs do Norte na COP 30"

A quarta etapa consistiu na apresentação do projeto no evento "IFs do Norte na COP 30". A apresentação foi conduzida pela estudante Luana Rabelo com apoio do estudante Victor Miranda e sob orientação da Professora Jacqueline Teixeira. Os objetivos foram disseminar a experiência e demonstrar o potencial da robótica educacional sustentável.

A apresentação incluiu demonstrações práticas dos protótipos, exposição dos materiais recicláveis e compartilhamento do jogo educacional e materiais didáticos. A participação gerou grande interesse de estudantes e professores de diversos campi da região Norte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do projeto resultou em avanços significativos na construção de artefatos tecnológicos, no desenvolvimento de competências e na formação da consciência ambiental. Esta seção apresenta os principais resultados e sua discussão à luz da fundamentação teórica.

4.1. Protótipos Robóticos Desenvolvidos e a Materialização do Construcionismo

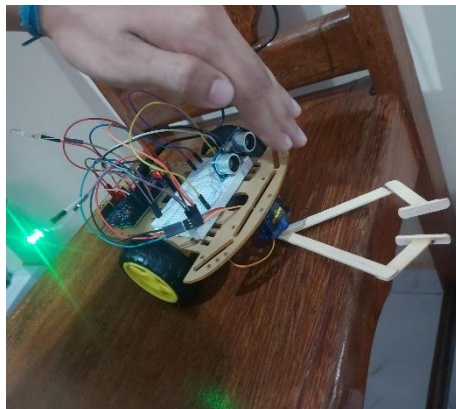
Durante as três oficinas, os estudantes desenvolveram dois protótipos principais, integrando materiais recicláveis e componentes de baixo custo, materializando os princípios do ODS 12 (ONU, 2015).

O Robô Catador foi construído com chassis de papelão, rodas de tampas de garrafas PET e estrutura de suporte com embalagens plásticas. Os componentes eletrônicos incluíram placa Arduino, motores DC, módulo Bluetooth e baterias. Os estudantes programaram o robô para controle remoto via celular.

Figura 1 – Robô Catador (visão geral)



ANAIS DO SEMINÁRIO DE BOAS PRÁTICAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SBPEA) DA EEL-USP VIII SBPEA – 03 DE DEZEMBRO DE 2025



Fonte: Acervo do projeto (2025)

O Sistema de Irrigação Inteligente integrou sensor de umidade do solo, placa Arduino, bomba de aquário e reservatório de garrafas PET. Os estudantes programaram o sistema para monitorar e acionar a irrigação automaticamente (ODS 12 e 13).

Figura 2 – Sistema de Irrigação Inteligente em funcionamento



Fonte: Acervo do projeto (2025)

Esses resultados corroboram as premissas do construcionismo de Papert (1980, 2008) e da Aprendizagem Criativa de Resnick (2020). O engajamento dos estudantes e a criatividade na utilização de materiais recicláveis evidenciam que a construção de artefatos tangíveis promove aprendizagens mais profundas. Quando programaram o Sistema de Irrigação, puderam visualizar conceitos abstratos de forma concreta, tornando o aprendizado mais significativo.

A construção dos protótipos evidenciou a efetividade da abordagem STEAM. O desenvolvimento do Robô Catador demandou aplicação integrada de física, matemática, tecnologia, engenharia e artes, conforme preconizado por Bacich e Holanda (2020). Essa integração contrasta com abordagens tradicionais onde esses conteúdos seriam isolados. Silva *et al.* (2024) evidenciam que metodologias ativas na perspectiva STEAM contribuem para o desenvolvimento de competências preconizadas na BNCC, achado corroborado pelos resultados.

4.2. Jogo Educacional em Python: Gamificação e Pensamento Computacional

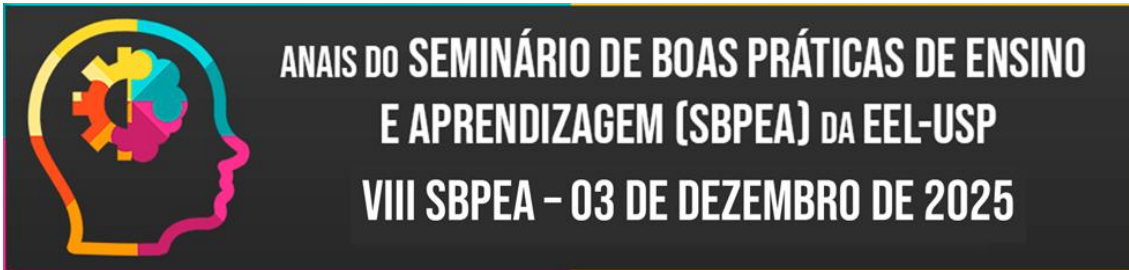
O jogo educacional em Python foi criado colaborativamente pela professora orientadora e pelos dois monitores. O jogo apresenta desafios de classificação de resíduos (plástico, papel, vidro, metal, orgânico), onde o jogador toma decisões rápidas sobre a coleta adequada. A mecânica foi inspirada no *Pac-Man*, combinando lógica, raciocínio rápido e conhecimentos sobre reciclagem.

Figura 3 – Tela do jogo educacional em Python



Fonte: Acervo do projeto (2025)

A utilização do jogo demonstrou eficácia em engajar os estudantes de forma lúdica. Santos *et al.* (2020) argumentam que a gamificação e jogos educacionais são estratégias potentes para motivar estudantes, especialmente quando conectados a temáticas socialmente relevantes.



O desenvolvimento do jogo exemplificou a aprendizagem entre pares defendida por Resnick (2020), pois os monitores, após aprenderem a programar o jogo, atuaram como facilitadores, criando uma rede colaborativa de conhecimento.

4.3. Capacitação e Aprendizagem Colaborativa

Um dos resultados mais significativos foi a capacitação dos dois monitores colaboradores. A capacitação transformou esses estudantes em agentes multiplicadores, capazes de facilitar oficinas e apoiar seus pares.

Esse modelo de aprendizagem em cascata alinha-se aos princípios da Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020), particularmente ao "P" de pares, que enfatiza o poder da colaboração. Papert (2008) já destacava que a aprendizagem se torna mais significativa quando os estudantes compartilham e ensinam o que aprenderam.

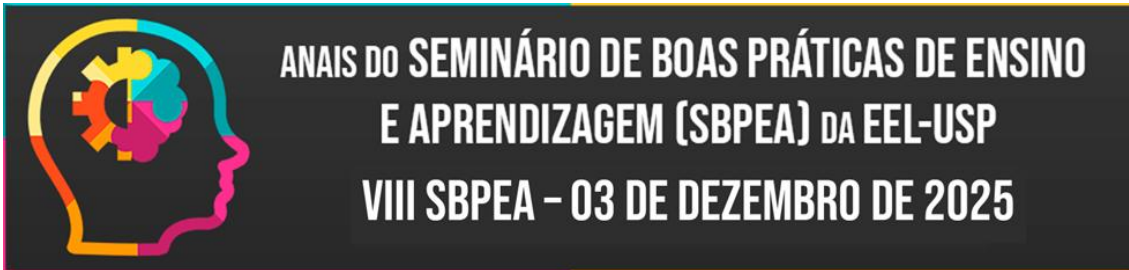
A proximidade entre monitores e participantes criou uma atmosfera acolhedora, onde os estudantes se sentiam à vontade para experimentar e errar sem receio. Essa dinâmica favoreceu a experimentação e a criatividade (RESNICK, 2020; PAPERT, 2008).

A presença dos quatro "P's" da Aprendizagem Criativa foi claramente observada: projetos (construção dos protótipos), paixão (motivação voluntária), pares (colaboração) e pensar brincando (atmosfera lúdica).

4.4. Engajamento dos Estudantes e Desenvolvimento de Competências

A observação contínua revelou resultados expressivos. Os oito participantes do curso integrado demonstraram alta motivação e envolvimento ativo. O trabalho colaborativo foi constante, com estudantes organizando-se naturalmente em grupos e apoiando-se mutuamente. Essa dinâmica exemplifica os princípios da Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020).

A criatividade foi fortemente evidenciada na reutilização de materiais recicláveis, com soluções inovadoras para desafios estruturais. Essa criatividade exemplifica a ressignificação do lixo como matéria-prima, contribuindo para uma mentalidade de inovação frugal alinhada à sustentabilidade (SILVA; LEÃO, 2020).



A efetiva integração entre educação tecnológica e ambiental foi um aspecto significativo. A contextualização da robótica em problemas ambientais concretos promoveu transformações profundas nas percepções sobre tecnologia e sustentabilidade. Jacobi (2003) argumenta que a educação ambiental deve promover reflexões críticas sobre padrões de consumo. O projeto materializou essa perspectiva ao propor que os estudantes vivenciassem a ressignificação do lixo, promovendo compreensão visceral do conceito de economia circular.

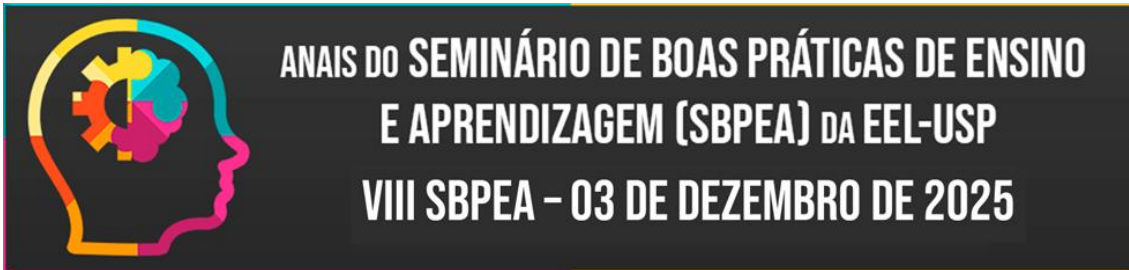
Silva e Leão (2020) destacam que os desafios da sustentabilidade exigem educação que promova mudanças de atitudes. Os resultados sugerem que a robótica educacional sustentável pode ser ferramenta potente, pois conecta reflexões ambientais a práticas concretas e significativas.

A utilização de materiais recicláveis contribuiu para democratizar o acesso à robótica, reduzindo custos. Essa dimensão de inclusão alinha-se ao ODS 4 (ONU, 2015). O projeto demonstra que é possível promover educação tecnológica de ponta mesmo em contextos de recursos limitados.

4.5. Apresentação no Evento "IFs do Norte na COP 30" e Repercussão

A apresentação no evento representou oportunidade valiosa de disseminação e gerou repercussão significativa. Durante a apresentação, foram demonstrados os protótipos, o jogo educacional e os materiais didáticos. A exposição dos materiais recicláveis despertou interesse particular dos visitantes.

Figuras 4 e 5 – Apresentação do projeto no evento "IFs do Norte na COP 30", com interação dos visitantes com os protótipos no evento



Fonte: Acervo do projeto (2025)

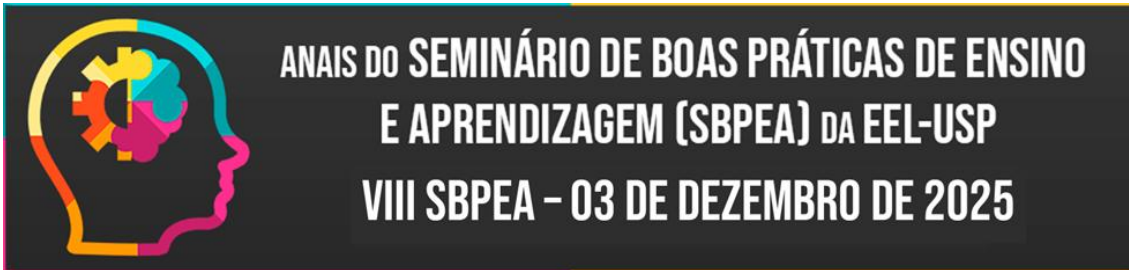
A receptividade foi expressiva, com manifestações de interesse em implementar projetos similares. Vários educadores solicitaram acesso aos materiais, demonstrando o potencial de replicabilidade. Bacich e Holanda (2020) argumentam que projetos educacionais inovadores alcançam maior impacto quando seus resultados são sistematizados e compartilhados.

A participação proporcionou aos apresentadores experiência formativa singular, desenvolvendo competências de comunicação científica. Bacich e Holanda (2020) destacam que a apresentação de projetos para audiências externas confere autenticidade e relevância social, potencializando o engajamento.

A visibilidade alcançada posiciona o projeto como referência regional em inovação pedagógica para a sustentabilidade, contribuindo para o fortalecimento da imagem do Instituto Federal do Pará, Campus Vigia, como instituição comprometida com práticas educacionais transformadoras e alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (ONU, 2015).

4.6. Limitações e Perspectivas Futuras

Embora os resultados sejam promissores, é importante reconhecer algumas limitações. O número relativamente pequeno de participantes diretos (10 estudantes) limita a generalização dos resultados, embora a qualidade das experiências seja inegável. A ausência de instrumentos formais de coleta de dados impede análises quantitativas mais robustas sobre o desenvolvimento de competências específicas. O tempo de



desenvolvimento (dois meses) não permite avaliar a durabilidade das aprendizagens e transformações observadas, sendo necessários estudos longitudinais.

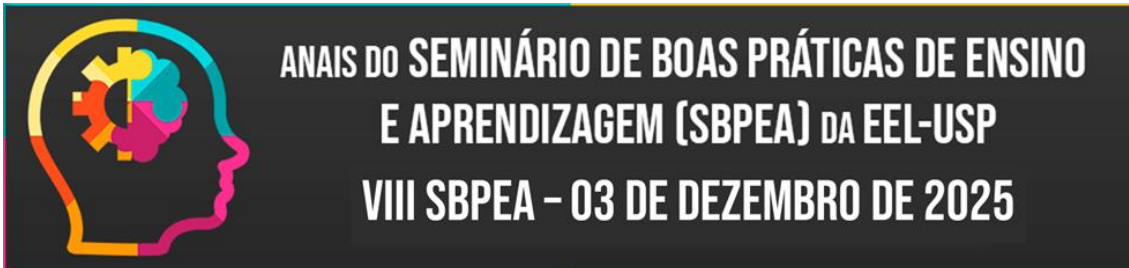
Outro desafio refere-se à necessidade de capacitação adequada dos educadores que desejam implementar projetos similares. Embora os materiais didáticos facilitem a replicação, a efetividade depende de educadores que compreendam não apenas aspectos técnicos, mas também fundamentos pedagógicos do construcionismo e da Aprendizagem Criativa. Por fim, mesmo utilizando materiais recicláveis, o projeto demanda investimento em componentes eletrônicos básicos, o que pode representar desafio para escolas com recursos muito limitados.

Apesar dessas limitações, a produção de materiais didáticos, guias e tutoriais constitui estratégia fundamental para garantir a sustentabilidade e expansão do projeto. O alinhamento com os ODS 4, 12 e 13 confere-lhe relevância que transcende o âmbito local, posicionando-o como contribuição concreta para desafios globais urgentes (ONU, 2015). A participação em evento vinculado à COP 30 amplifica essa relevância, conectando práticas educacionais locais a discussões e compromissos internacionais sobre mudanças climáticas e sustentabilidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto de Robótica Educacional Sustentável, desenvolvido no Instituto Federal do Pará, Campus Vigia, transcende o ensino de programação e eletrônica, cultivando uma mentalidade de inovação frugal e responsável. O aspecto mais importante alcançado é a ressignificação do lixo, transformando o que seria descartado em matéria-prima para a criação tecnológica. Essa transformação não é apenas material, mas também simbólica e pedagógica, demonstrando aos estudantes que a sustentabilidade e a inovação tecnológica não são conceitos antagônicos, mas dimensões complementares e essenciais para a construção de um futuro mais equilibrado.

Os resultados obtidos evidenciam um aumento significativo no engajamento dos alunos, que passam a enxergar a tecnologia como uma ferramenta poderosa para a resolução de

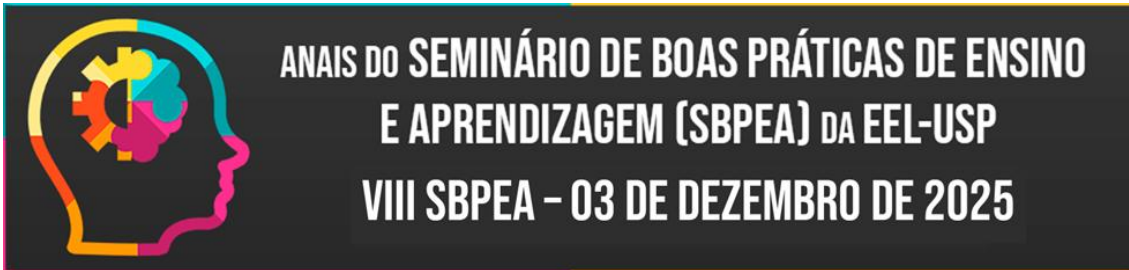


problemas reais em sua comunidade. Essa mudança de percepção alinha-se aos objetivos da educação para a sustentabilidade defendidos por Jacobi (2003) e Silva e Leão (2020), que enfatizam a necessidade de promover não apenas conscientização, mas transformações efetivas de atitudes e valores em relação ao meio ambiente. A construção de protótipos como o Robô Catador e o Sistema de Irrigação Inteligente permitiu que os estudantes vivenciassem concretamente a aplicação da tecnologia em desafios ambientais, tornando o aprendizado profundamente significativo.

A integração da robótica educacional com princípios de sustentabilidade demonstrou ser estratégia eficaz para o desenvolvimento simultâneo de competências técnicas, cognitivas e socioemocionais. Os fundamentos teóricos do construcionismo de Papert (1980, 2008) e da Aprendizagem Criativa de Resnick (2020) foram validados na prática, evidenciando que a construção de artefatos tangíveis e pessoalmente significativos promove aprendizagens mais profundas e duradouras. A abordagem STEAM, conforme preconizada por Bacich e Holanda (2020), possibilitou a integração natural de conhecimentos de diversas áreas do saber, rompendo com a fragmentação curricular tradicional e demonstrando aos estudantes a aplicabilidade prática dos conteúdos escolares.

O modelo de aprendizagem colaborativa implementado, com estudantes do curso técnico subsequente atuando como monitores colaboradores após serem capacitados, revelou-se particularmente eficaz. Esse modelo não apenas ampliou o alcance do projeto, mas promoveu o desenvolvimento de competências de liderança, comunicação e mediação pedagógica nos monitores, exemplificando o poder da aprendizagem entre pares defendido por Resnick (2020). A capacitação de colaboradores constitui estratégia fundamental para garantir a sustentabilidade e a escalabilidade da iniciativa, criando uma rede de multiplicadores capazes de implementar e adaptar o projeto em diferentes contextos.

A produção de materiais didáticos, guias práticos e tutoriais garante a replicabilidade da iniciativa, com potencial para expandir-se para outras escolas e contextos, não apenas na região Norte, mas em todo o território nacional. A receptividade positiva do projeto no

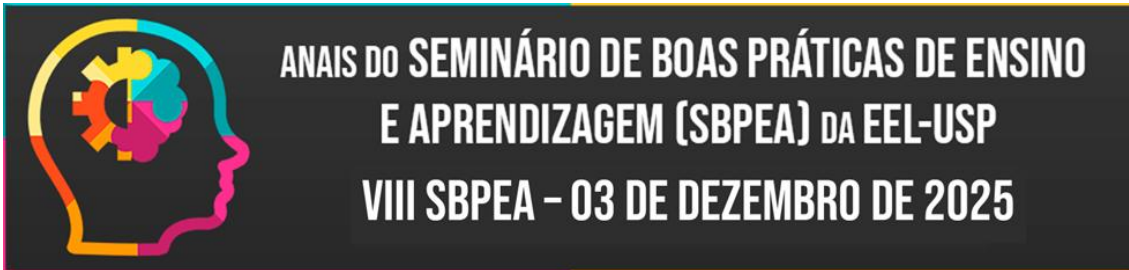


evento "IFs do Norte na COP 30", com expressivo interesse de educadores e estudantes de diversos campi dos Institutos Federais, evidencia a demanda por práticas pedagógicas inovadoras que integrem tecnologia e sustentabilidade de forma acessível e efetiva. A disseminação dos materiais produzidos amplia o impacto do projeto para além dos participantes diretos, contribuindo para a transformação de práticas educacionais em escala mais ampla.

O alinhamento do projeto com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, particularmente os ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), faz com que sua importância transcenda o âmbito regional (ONU, 2015). O projeto demonstra, na prática, que é possível promover uma educação tecnológica de qualidade que seja, ao mesmo tempo, inclusiva, de baixo custo e alinhada com as necessidades urgentes de preservação ambiental do nosso planeta. A tecnologia, portanto, não é apenas o fim, mas o meio para ensinar robótica e sustentabilidade de forma tangível, reduzindo custos e o impacto ambiental do próprio processo educativo.

A utilização de materiais recicláveis e componentes de baixo custo contribuiu significativamente para a democratização do acesso à robótica educacional, demonstrando que limitações orçamentárias não precisam ser barreiras intransponíveis para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras. Essa dimensão de inclusão e equidade é fundamental para garantir que a educação tecnológica de qualidade seja direito acessível a todos os estudantes, independentemente do contexto socioeconômico de suas instituições, alinhando-se aos princípios de justiça social e equidade educacional.

Apesar dos resultados promissores, reconhecem-se limitações que devem ser consideradas em futuros desdobramentos do projeto. O número relativamente pequeno de participantes diretos e o período de desenvolvimento de dois meses sugerem a necessidade de ampliação da iniciativa e de estudos longitudinais para avaliar a durabilidade das aprendizagens e transformações observadas. A ausência de instrumentos formais de coleta de dados, embora justificada pela natureza exploratória do projeto piloto, aponta para a necessidade de incorporar, em futuras implementações, instrumentos



de avaliação mais robustos que permitam análises quantitativas complementares às observações qualitativas realizadas.

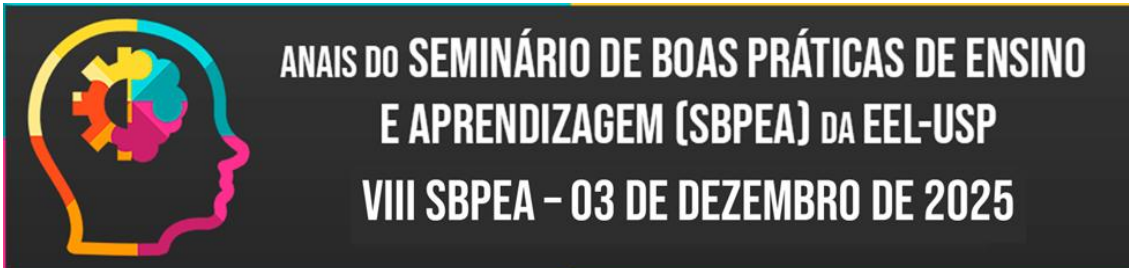
Como perspectivas futuras, recomenda-se a expansão do projeto para outras turmas e níveis de ensino no Campus Vigia, bem como sua implementação em outros campi do Instituto Federal do Pará e em instituições parceiras. A consolidação de parcerias com empresas e organizações para doação de componentes eletrônicos pode viabilizar a ampliação do alcance do projeto. A realização de cursos de formação continuada para educadores interessados em implementar a robótica educacional sustentável em suas instituições também se apresenta como estratégia promissora para a disseminação da iniciativa.

Sugere-se, ainda, a investigação de novas aplicações da robótica educacional sustentável em outros contextos e problemáticas ambientais, como monitoramento de qualidade do ar e da água, sistemas de compostagem automatizada, tecnologias assistivas construídas com materiais recicláveis, entre outras possibilidades. A integração do projeto com hortas escolares, laboratórios de ciências e outros espaços educativos pode potencializar ainda mais seu impacto pedagógico e ambiental.

Por fim, este projeto demonstra que a educação para a sustentabilidade e a formação tecnológica de qualidade não são objetivos conflitantes, mas dimensões que se potencializam mutuamente quando integradas de forma criativa e comprometida. Ao formar estudantes que dominam ferramentas tecnológicas e compreendem sua responsabilidade socioambiental, o projeto contribui para a construção de uma geração de cidadãos capazes de enfrentar os complexos desafios do século XXI com competência técnica, consciência crítica e compromisso ético com a construção de um futuro mais justo e sustentável para todos.

REFERÊNCIAS

BACICH, L.; HOLANDA, L. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.



JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-206, mar. 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2025.

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

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

RESNICK, M. **Jardim de Infância para a Vida Toda: Por uma Aprendizagem Criativa, Mão na Massa e Relevante para Todos**. Porto Alegre: Penso, 2020.

SANTOS, E. O. et al. A robótica educacional: entendendo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/10965>>. Acesso em: 13 out. 2025.

SANTOS, É. O. et al. Construtivismo e Construcionismo no trabalho com robótica educacional: a vista de um ponto, a partir de nosso ponto de vista. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 9, n. 20, p. 151-178, 2021. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/389>>. Acesso em: 13 out. 2025.

SILVA, C. M. R. B. da; LEÃO, S. G. Sustentabilidade: desafios da realidade para um (re)pensar na educação. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 24, 30 jun. 2020. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/24/sustentabilidade-desafios-da-realidade-para-um-repensar-na-educacao>>. Acesso em: 12 out. 2025.

SILVA, D. et al. Abordagem STEAM aliada as Metodologias Ativas no ensino de Ciências: possibilidades de implementação na Educação Infantil, no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. **Revista Praxis**, v. 16, n. 30, 2024. Disponível em: <<https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/4393>>. Acesso em: 14 out. 2025.