

PRODUTO EDUCACIONAL: OFICINAS DE ROBÓTICA APLICADAS AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

EDUCATIONAL PRODUCT: ROBOTICS WORKSHOPS APPLIED TO THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES

Recebido em: 25/11/2025

Aceito em: 17/04/2026

Publicado em: 17/05/2026

Marcela dos Santos Barbosa¹ 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Jean Dalmo de Oliveira Marques² 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento e análise de um Produto Educacional baseado em oficinas de robótica educacional aplicadas no ensino de Ciências, organizado segundo a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e fundamentado na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). As oficinas foram realizadas com estudantes do 8º ano da Escola Municipal São José do Tarumã, localizada na comunidade ribeirinha Nossa Senhora do Livramento, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé, e tiveram como foco a construção de protótipos para investigar parâmetros físico-químicos da água, do solo e do ar. A pesquisa, de natureza qualitativa e caráter exploratório, foi estruturada em três fases: planejamento colaborativo, implementação das oficinas e análise dos dados ambientais coletados em campo. Os estudantes construíram e programaram protótipos de temperatura e umidade do solo, temperatura e umidade do ar, turbidez da água, cor do solo, temperatura da água e condutividade elétrica do solo. As atividades possibilitaram que os alunos interpretassem dados ambientais, relacionassem causas e efeitos observados no território e identificassem problemas socioambientais presentes na comunidade. Os resultados indicam avanços na aprendizagem científica dos estudantes e no desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento crítico e resolução de problemas.

Palavras-chave: Robótica; Ensino De Ciências; CTS; ABP.

Abstract: This article presents the development and analysis of an Educational Product based on educational robotics workshops applied to Science teaching, organized according to the Science–Technology–Society (STS) approach and grounded in Project-Based Learning (PBL). The workshops were carried out with 8th-grade students from Escola Municipal São José do Tarumã, located in the riverside community Nossa Senhora do Livramento, within the Tupé Sustainable Development Reserve (RDS Tupé). The activities focused on building prototypes to investigate the physicochemical parameters of water, soil, and air. The qualitative and exploratory research was structured in three phases: collaborative planning, workshop implementation, and analysis of environmental data collected in the field. Students built and programmed prototypes for soil temperature and humidity, air temperature and humidity, water turbidity, soil color, water temperature, and soil electrical conductivity. These activities enabled students to interpret environmental data, relate observed causes and effects within the territory, and identify socio-environmental issues present in the community. The results indicate advances in students' scientific learning and in the development of competencies related to critical thinking and problem-solving.

Keywords: Robotics; Science Teaching; STS; PBL.

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (PPGET/IFAM). Brasil, Amazonas, Manaus. E-mail: marceladossantosbarbosa@gmail.com

² Doutor em Ecologia. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (DQA/CMC/IFAM). Brasil, Amazonas, Manaus. E-mail: jean.marques@ifam.edu.br

INTRODUÇÃO

A robótica educacional tem se destacado como estratégia pedagógica capaz de promover o aprendizado em disciplinas de ciências (Silva; Gonzatti; Böckel, 2019; Sales, 2023; Machado; Zago, 2020) especialmente quando integrada a metodologias investigativas que aproximam ciência, tecnologia e questões sociais. Em comunidades rurais ribeirinhas da Amazônia, como a Comunidade Nossa Senhora do Livramento, o ensino de Ciências pode ser mais bem contextualizado com a robótica educacional.

No estudo das Ciências em contextos rurais, é comumente citada a abordagem CTS, pois, segundo Paulo Freire (1987), a educação deve partir da realidade concreta dos sujeitos, valorizando seus saberes, experiências e a leitura crítica que fazem do mundo. Para Freire (1987), aprender Ciências implica compreender o ambiente em que se vive, questionar as condições sociais que o atravessam e agir de forma transformadora. Assim, ao integrar ciência, tecnologia e sociedade, a abordagem CTS reforça uma prática investigativa que dialoga com o território, promove autonomia intelectual e favorece a formação de sujeitos capazes de interpretar e intervir de maneira consciente na própria comunidade (Domiciano, 2023).

Além disso, a abordagem CTS reforça o entendimento de que a produção científica e tecnológica é influenciada por contextos culturais, ambientais e sociais, e que o ensino de Ciências deve fomentar posicionamentos críticos e responsáveis sobre problemas do território (Auler; Santos, 2011; Azevedo; Bazzo, 2012). Assim, ao investigar a qualidade do solo, da água e do ar por meio de protótipos sustentáveis construídos pelos próprios estudantes, cria-se a possibilidade de conectar saberes comunitários, reflexão científica e tomada de decisões socioambientais.

Nesse cenário, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) surge como metodologia adequada para conduzir propostas investigativas, pois incentiva a autonomia, o protagonismo, a colaboração e a resolução de problemas reais (Bender, 2014).

O Produto Educacional apresentado neste artigo emerge da pesquisa de doutorado intitulada “Oficinas sustentáveis de robótica educacional numa perspectiva Ciência–Tecnologia–Sociedade (CTS) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé”, que investiga como oficinas de robótica podem fortalecer o ensino de Ciências e ampliar a compreensão de problemas ambientais locais.

Este artigo apresenta o desenvolvimento e a análise de um Produto Educacional estruturado em oficinas de robótica educacional voltadas à investigação dos parâmetros físico-

químicos do solo, da água e do ar, organizado segundo a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e orientado pelos princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO INSTRUMENTO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A robótica educacional tem se consolidado como uma ferramenta que potencializa o desenvolvimento do pensamento científico, a criatividade e a resolução de problemas por meio da construção de artefatos tecnológicos (Papert, 1994; Batista; Schiavon; Toureiro, 2022). Essa perspectiva, baseada no construcionismo, defende que o estudante aprende de forma significativa quando constrói algo que pode ser testado, modificado, aprimorado e relacionado com fenômenos reais.

No ensino de Ciências, a robótica permite que o estudante observe, manipule dados, investigue variáveis ambientais e formule hipóteses, integrando conceitos abstratos ao manuseio de sensores e dispositivos concretos. Pesquisas como as de Gomes, Silva e Moreira (2010) e Pittner (2022) apontam que a construção de protótipos auxilia no entendimento de conceitos de temperatura, umidade, energia, eletrônica básica e propriedades da matéria.

No contexto de uma escola rural inserida em área de floresta, o uso de robótica ganha especial relevância por aproximar a ciência escolar do cotidiano dos estudantes ribeirinhos. Essa abordagem permite que eles investiguem fenômenos que fazem parte de sua vivência diária, como variações climáticas, qualidade da água consumida, umidade do solo utilizada no cultivo e os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas, fortalecendo a conexão entre conhecimento científico e realidade local.

ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

A abordagem CTS propõe uma educação crítica, contextualizada e comprometida com a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e vida social (Auler; Santos, 2011). Além disso, defende que o ensino de Ciências deve ir além da transmissão de conteúdos, promovendo o debate sobre impactos ambientais, decisões tecnológicas, implicações éticas e transformações sociais.

A CTS rompe com a ideia neutra de ciência, compreendendo que todo avanço tecnológico está imerso em contextos históricos, socioculturais e ambientais, premissas fundamentais para comunidades que enfrentam desafios como poluição de rios, descarte inadequado de resíduos e mudanças climáticas locais (Auler; Santos, 2011).

Ao contextualizar a RDS do Tupé, verificamos que a abordagem CTS permite articular conhecimento científico com saberes tradicionais, valorizando percepções locais sobre o comportamento do rio, a fertilidade do solo, variações de temperatura e umidade e o manejo sustentável do ambiente. Ao construir protótipos para investigar esses elementos, os estudantes assumem papel ativo na leitura crítica da realidade, desenvolvendo competências socioambientais e consciência de responsabilidade coletiva.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo apresenta a elaboração, aplicação e análise do Produto Educacional (PE) desenvolvido a partir de uma pesquisa de doutorado vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (PPGET/IFAM). O PE consiste em um conjunto de oficinas de robótica voltadas ao ensino de Ciências por meio de protótipos destinados à investigação físico-química do solo, da água e do ar.

O estudo, de caráter exploratório e abordagem qualitativa, foi realizado em ambiente real e fundamentado na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), segundo Bender (2014), visando ao desenvolvimento da aprendizagem científica, tecnológica e da consciência socioambiental entre estudantes da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé.

Tendo como cenário a Escola Municipal São José do Tarumã, situada na Comunidade Nossa Senhora do Livramento, a pesquisa procurou integrar a investigação prática à realidade local e fortalecer o vínculo entre escola e território.

Participaram da pesquisa 13 alunos regularmente matriculados no 8º ano do ensino fundamental. Todos concordaram em participar do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações, os participantes foram identificados, neste artigo, pela denominação “Estudante”, seguida de numeração de 1 a 13, atribuída aleatoriamente.

A metodologia foi organizada em três fases: i) Planejamento: etapa dedicada à análise aprofundada e reflexão crítica das questões problematizadoras identificadas; organização colaborativa das propostas e ideias potencialmente aplicáveis ao contexto local, bem como o estudo detalhado dessas sugestões, buscando integrá-las de forma coerente aos objetivos do projeto e à realidade dos estudantes; ii) Implementação: ciclo de oficinas sustentáveis de robótica: construção e programação de protótipos de baixo custo; iii) Avaliação: coleta e análise de dados ambientais: interpretação dos valores obtidos e reflexão crítica sobre o território.

A seguir, são detalhados os procedimentos de cada fase.

PLANEJAMENTO

A etapa de Planejamento foi fundamental para a estruturação e o desenvolvimento das oficinas sustentáveis de robótica, atuando como elo entre o levantamento inicial de informações e a execução prática das atividades. Nessa fase, os alunos foram entrevistados e foi realizada uma análise aprofundada dos problemas identificados pelos estudantes, especialmente relacionados às condições físico-químicas do solo, da água e do ar na comunidade ribeirinha. A partir desse olhar crítico, estudantes e professores buscaram compreender as interações entre tecnologia, meio ambiente e sociedade no contexto amazônico, com foco na qualidade ambiental da RDS do Tupé.

A entrevista, no âmbito da pesquisa qualitativa, valoriza a expressão dos participantes e possibilita alcançar uma compreensão mais profunda da realidade humana por meio de seus relatos. Trata-se de um instrumento especialmente adequado para estudos que buscam investigar como os indivíduos interpretam e atribuem significado ao mundo que os cerca (Silva *et al.*, 2021).

O planejamento ocorreu de forma colaborativa, incentivando a participação ativa dos estudantes na elaboração de ideias, no levantamento de hipóteses e na definição de possíveis linhas de investigação, como é observado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas durante o planejamento.

Atividades desenvolvidas	Descrição das atividades
Discussão coletiva sobre os problemas ambientais da comunidade	(I) Levantamento do que os estudantes observam no dia a dia sobre água, solo e ar; (II) Conversas sobre descarte de resíduos, turbidez, erosão, desmatamento e calor excessivo.
Estudo dos sensores e seleção dos mais adequados para investigar cada fenômeno	(I) Análise das funções dos sensores: DHT11, turbidez, cor, temperatura da água, umidade do solo e condutividade; (II) Identificação de quais sensores seriam úteis para compreender situações reais da comunidade.
Definição das hipóteses e perguntas de investigação	(I) Elaboração de perguntas e hipóteses direcionadas aos impactos ambientais locais.
Estudo do ambiente escolar e da comunidade	(I) Observação dos espaços onde poderiam ser coletados dados: pátio, sala de aula, área externa, solo da escola, água do igarapé ou da torneira.
Avaliação dos materiais necessários e dos recursos disponíveis	(I) Levantamento dos componentes eletrônicos, solos, recipientes, água, etc; (II) Análise da acessibilidade dos materiais, considerando o contexto ribeirinho e o escolar.
Planejamento da sequência das oficinas	(I) Decisão sobre qual oficina viria primeiro e por quê; (II) Articulação entre teoria e prática; (III) Cronograma de execuções.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Adicionalmente, o planejamento envolveu a avaliação minuciosa das sugestões apresentadas, considerando sua viabilidade técnica, pedagógica e contextual. Foram examinados aspectos como: adequação dos sensores escolhidos, relevância dos experimentos, compatibilidade dos materiais disponíveis, segurança no uso dos equipamentos e coerência entre os objetivos das oficinas e a realidade escolar. Esse processo tornou possível integrar, de maneira harmônica, os conteúdos científicos, os recursos tecnológicos e as discussões socioambientais, fortalecendo a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

IMPLEMENTAÇÃO: CICLO DE OFICINAS

Inicialmente, as atividades foram organizadas para que os alunos desenvolvessem habilidades no manuseio de circuitos eletrônicos e no uso do Arduino. Esse preparo foi fundamental para que, nas etapas seguintes, pudessem participar de oficinas voltadas à construção de protótipos destinados à análise físico-química da água. A primeira oficina teve duração de 4 horas, enquanto as demais tiveram duração de 3 horas, totalizando 16 horas.

Durante as oficinas os alunos foram divididos em equipes (5 duplas e 1 trio), essa divisão foi necessária devido o número de computadores disponíveis na sala de informática da escola. Além disso, todas as equipes tiveram acesso aos kits contendo Arduino e outras ferramentas, o que possibilitou o desenvolvimento das atividades práticas de montagem, simulação e programação dos circuitos, favorecendo a participação ativa dos estudantes, a colaboração entre os grupos e a compreensão dos princípios básicos da robótica educacional.

AValiação

A avaliação foi conduzida conforme os procedimentos da análise de conteúdo propostos por Bardin (2011), abrangendo as seguintes etapas: 1) Pré-análise: sistematização e organização dos registros, depoimentos e imagens coletados; 2) Exploração do material: categorização criteriosa das evidências emergentes, buscando identificar padrões e temas recorrentes; 3) Tratamento e interpretação: elaboração de inferências e interpretações, com ênfase na aprendizagem científica dos estudantes, no desenvolvimento de competências tecnológicas e na compreensão dos aspectos Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

O estudo contou com aprovação ética devidamente registrada no Comitê de Ética em Pesquisa, sob o Parecer Consubstanciado nº 9.482.210, associado ao Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 60129325.9.0000.5248. Todos os

procedimentos foram conduzidos de acordo com as normas éticas vigentes, assegurando o respeito e a proteção dos participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos durante as oficinas de robótica permitiu identificar avanços na aprendizagem científica dos estudantes e no desenvolvimento de competências investigativas, tecnológicas e socioambientais.

OFICINAS DE ROBÓTICA

Durante as oficinas, os alunos utilizaram o software Tinkercad para simular virtualmente circuitos eletrônicos e construíram seus protótipos com o uso do Arduino e dos demais materiais disponíveis no kit de robótica.

No Quadro 2 a seguir, é possível visualizar de forma detalhada a estruturação das oficinas, evidenciando a organização das atividades e a progressão dos conteúdos abordados em cada etapa.

Quadro 2 – Descrição das oficinas.

Oficinas	Descrição das Atividades Realizadas	Lista de Materiais
Oficina 1 Prática com LEDs e Arduino (Ligando LEDs e criando um semáforo)	Introdução aos componentes básicos: LED, resistor, protoboard, jumpers e Arduino; Montagem do circuito para acender um único LED; Explicação sobre polaridade, portas digitais e uso do pinMode() e digitalWrite(); Construção de um circuito com três LEDs (verde, amarelo e vermelho); Programação de um semáforo funcional, simulando tempos de sinalização; Testes, ajustes de tempo e socialização do funcionamento.	Arduino UNO; cabo USB; protoboard; LEDs (verde, amarelo e vermelho); resistores de 220 Ω; jumpers; computador com IDE Arduino; cartolina ou etiquetas (opcional); extensão elétrica (se necessário).
Oficina 2 Temperatura e umidade do solo (Testando umidade do solo)	Apresentação do sensor de umidade do solo e seu princípio de funcionamento; Montagem do circuito no Arduino utilizando porta analógica; Coleta de amostras de solo: úmido, seco e encharcado; Medição da umidade de cada amostra e registro dos valores; Comparação entre ambientes (vaso, canteiro, solo da área externa); Discussão sobre irrigação, agricultura familiar e preservação do solo.	Arduino UNO (original ou compatível); Sensor capacitivo de umidade do solo (modelo v1.2 ou similar); Sensor DS18B20 com haste metálica (para temperatura do solo); Resistor de 4,7kΩ (para o DS18B20); Display LCD 16x2 com módulo I2C (opcional para leitura direta); Protoboard; Cabo USB; 10 Jumpers macho-macho.
	Temperatura e umidade do ar (DHT11)	Apresentação do DHT11 e leitura simultânea de temperatura e umidade; Montagem do sensor no Arduino e compreensão da biblioteca DHT.h;

	(Testando condições da escola)	Realização de medições em diferentes pontos da escola: sala, corredor, pátio, área sombreada; Comparação dos valores coletados e elaboração de gráficos simples; Discussão sobre microclimas, sensação térmica e conforto ambiental.	ar); Resistor de 10kΩ (opcional, dependendo do módulo); Display LCD 16x2 com módulo I2C (opcional para leitura direta); Protoboard; Cabo USB; 10 Jumpers macho-macho.
	Sensor de temperatura da água (Medindo temperatura de amostras de água)	Introdução ao sensor de temperatura (modelo à prova d'água); Montagem do circuito e leitura dos dados no monitor serial; Testes em água fria, água ambiente e água aquecida; Comparação das temperaturas e registro dos valores; Discussão sobre variações térmicas no rio, no igarapé e no cotidiano ribeirinho.	Arduino UNO (original ou compatível); Sensor de temperatura à prova d'água DS18B20 com cabo; Resistor de 4,7kΩ (para pull-up); Display LCD 16x2 com módulo I2C (opcional); Protoboard; Cabo USB; 10 Jumpers macho-macho.
Oficina 3	Sensor de turbidez da água (Analisando água com terra e sem terra)	Explicação do funcionamento do sensor de turbidez e sua relação com qualidade da água; Construção do circuito e calibração inicial do sensor; Preparação de amostras de água limpa, barrenta e com diferentes quantidades de sedimento; Leitura dos valores e comparação entre as amostras; Debate sobre potabilidade da água, sedimentos, erosão e impactos ambientais.	Arduino UNO (original ou compatível); Sensor de turbidez (modelo TSD-10 ou SEN0189); Display LCD 16x2 com módulo I2C (opcional); Protoboard; Cabo USB; 10 Jumpers macho-macho; Recipiente transparente para amostra de água.
Oficina 4	Deteção de cor do solo (TCS3200) (Analisando diferentes tipos de solo)	Apresentação do sensor de cor e funcionamento do módulo RGB; Montagem do circuito e testes iniciais com objetos coloridos; Coleta de diferentes solos: areia, barro, terra preta e solo argiloso; Identificação das diferenças cromáticas captadas pelo sensor; Relacionar cor do solo à fertilidade, matéria orgânica e presença de minerais.	Arduino UNO (original ou compatível); Sensor de cor TCS3200 ou TCS34725; Display LCD 16x2 com módulo I2C (opcional); Protoboard; Cabo USB; 10 Jumpers macho-macho; 2 LEDs brancos para iluminação da amostra (opcional, mas recomendado).
Oficina 5	Detector de condutividade elétrica do solo (Analisando solos de diferentes localidades)	Introdução ao conceito de condutividade elétrica no solo; Montagem do sensor no Arduino; Coleta de amostras de solo da escola e, se possível, de outras áreas da comunidade; Medição da condutividade e interpretação dos valores; Discussão sobre nutrientes, sais minerais, uso do solo e impactos ambientais.	Arduino UNO; sensor de condutividade elétrica do solo; Display LCD 16x2 com módulo I2C (opcional); Protoboard; Cabo USB; fios jumpers macho-macho. Resistor 500 kΩ ou um potenciômetro de 50 kΩ

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Além disso, a elaboração dos protótipos foi conduzida por meio de etapas estruturadas, detalhadas em um roteiro que esteve acessível aos alunos durante as oficinas de robótica.

O roteiro apresentou as seguintes orientações: (1) Preparação inicial: separação e conferência dos materiais necessários para a montagem; (2) Montagem do circuito: realização da montagem guiada por tutoriais ilustrados, disponíveis em sites especializados e vídeos do

YouTube; (3) Programação: utilização do software Arduino (gratuito e previamente instalado nos computadores dos alunos) para programar os protótipos; nesta fase, os estudantes puderam recorrer ao ChatGPT (versão gratuita) para esclarecer dúvidas e obter suporte na escrita dos códigos; (4) Testagem dos sensores: conexão dos protótipos ao computador via cabo USB para realizar testes de funcionamento, contando com o auxílio do ChatGPT quando necessário; (5) Socialização: momento de colaboração e troca de experiências entre as equipes, com apresentação dos protótipos em funcionamento para a turma, seguida de discussões coletivas sobre as possibilidades de uso dos dispositivos para análise da água, solo e ar na comunidade do Livramento; (6) Revisão e ajustes: identificação e correção de eventuais erros, como falhas na ligação do Arduino ou na transferência do código para o equipamento, promovendo a reflexão sobre o processo e o aperfeiçoamento dos protótipos.

ATIVIDADE DE CAMPO

Ao término das oficinas, os alunos foram guiados para a prática de campo, seguindo as orientações do roteiro guiado (Quadro 3).

Quadro 3 – Roteiro guiado de prática de campo.

Roteiro Guiado de Prática de Campo – Água, Solo e Ar
Escola: E.M. São José do Tarumã Data: Equipe:
<p><u>1. Orientações Iniciais</u> Utilize luvas e manuseie água e solo com cuidado. Evite áreas perigosas e respeite o ambiente natural. Registre fotos e, se possível, a localização aproximada.</p> <p><u>2. Observação do Local de Coleta</u> Descreva no seu caderno de campo, em detalhes, o que observa no local de coleta.</p> <p><u>3. Hipóteses</u> Antes de medir cada parâmetro, registre suas hipóteses sobre água, solo e ar.</p> <p><u>4. Coleta de Dados – Água</u> Observe transparência, temperatura, matéria orgânica e entorno do ponto de coleta.</p> <p><u>5. Coleta de Dados – Solo</u> Registre cor, textura, umidade, presença de resíduos e influência de sombra/sol.</p> <p><u>6. Coleta de Dados – Ar</u> Observe temperatura, umidade, fumaça, nuvens ou itens que afetem a qualidade do ar.</p> <p><u>7. Registro dos Dados</u> Organize os dados coletados em quadros ou tabelas bem estruturadas, especificando claramente cada parâmetro analisado (como temperatura, umidade, cor, textura, turbidez, entre outros). Certifique-se de que cada tabela contenha títulos, unidades de medida e, quando possível, campos para observações adicionais. Após esse registro detalhado, utilize gráficos apropriados — como gráficos de barras, linhas ou pizza — para ilustrar visualmente as variações e tendências encontradas nos resultados. Dessa forma, facilita-se a análise comparativa e a identificação de padrões ou discrepâncias entre os diferentes parâmetros avaliados.</p> <p><u>8. Análise dos Resultados</u> Compare dados, identifique discrepâncias, possíveis erros e relações entre as variáveis.</p>

9. Proposta de Ação

Registre uma intervenção possível baseada nos dados coletados.

Compare os resultados obtidos pelo seu grupo com os dos demais grupos. Você percebeu alguma diferença significativa entre os dados? Houve alguma discrepância notável nos valores registrados? Análise e discuta as possíveis razões para essas variações, considerando fatores como o local de coleta, condições ambientais distintas, preparo das amostras ou até mesmo possíveis falhas na montagem dos protótipos. Reflita sobre como essas diferenças podem estar relacionadas às características dos solos, à presença de matéria orgânica, à umidade ou à interferência humana no ambiente avaliado.

Faça o checklist para cada protótipo utilizado:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Temperatura e umidade do solo | <input type="checkbox"/> Temperatura e umidade do ar |
| <input type="checkbox"/> turbidez da água | <input type="checkbox"/> Detecção de cor do solo |
| <input type="checkbox"/> Temperatura da água | <input type="checkbox"/> Detector de condutividade elétrica do solo |

Ao coletar os dados analisados, responda:

- 1- Como os protótipos de análise da água, do solo e do ar ajudam a comunidade?
- 2- Qual a importância de cada protótipo?
- 3- O que os dados analisados revelam sobre a água, solo e ar?

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As atividades de campo foram distribuídas em três dias alternados. Todos os estudantes participaram ativamente do manuseio dos dispositivos. Ao todo, foram desenvolvidos seis tipos de protótipos, alguns deles construídos por mais de uma equipe. Cada dupla ou trio elaborou protótipos de detecção de temperatura e umidade do solo, temperatura e umidade do ar e temperatura da água. Além disso, três equipes produziram o protótipo de análise da turbidez da água, duas equipes construíram o protótipo de identificação da cor do solo e outras duas desenvolveram o protótipo de detecção da condutividade elétrica do solo. Essa diversidade possibilitou que todos os alunos experimentassem o uso dos seis modelos de protótipos e realizassem análises da água, do solo e do ar da comunidade.

Após a conclusão das atividades de campo, os alunos foram convidados a participar de uma roda de conversa. Nesse momento, puderam compartilhar suas experiências e reflexões, respondendo coletivamente às questões apresentadas no Roteiro Guiado da prática. A discussão, registrada em áudio e vídeo, teve duração aproximada de duas horas. Optou-se por apresentar os registros individuais dos alunos com o objetivo de ampliar a coleta de dados e evitar que apenas os líderes das equipes se manifestassem. Durante a roda de conversa os alunos responderam as seguintes perguntas:

Pergunta 1: Como os protótipos de análise da água, do solo e do ar ajudam a comunidade?

Estudante 1: “Os protótipos ajudam porque mostram se a água do rio está boa para beber ou usar no dia a dia. A comunidade pode evitar doenças”.

Estudante 2: “Eles servem para descobrir se o solo ainda está fértil. Isso ajuda quem planta na comunidade a saber como cuidar melhor da terra”.

Estudante 3: “O sensor de temperatura da água ajuda a perceber quando o rio está muito quente, o que pode prejudicar os peixes que o pessoal pesca”.

Estudante 4: “Com esses protótipos dá pra ver quando o ar está muito quente e seco. Isso ajuda a gente a entender o clima da região”.

Estudante 5: “O protótipo de turbidez mostra quando a água está suja. Assim os moradores podem saber se o lixo jogado perto das casas está afetando o rio”.

Estudante 6: “Eles ajudam porque mostram problemas que às vezes a gente não consegue ver só olhando, tipo a poluição da água”.

Estudante 7: “A comunidade usa o rio para tudo. Sabendo a qualidade da água, é mais fácil cuidar da saúde”.

Estudante 8: “Com o sensor de umidade do solo, a gente descobre se a terra está muito seca ou muito molhada. Isso ajuda quem planta mandioca e outras coisas”.

Estudante 9: “Os protótipos fazem a gente entender como nossas ações, como jogar lixo no chão, mudam a qualidade da água e do solo”.

Estudante 10: “Eles ajudam a comunidade a ter mais conhecimento sobre o ambiente e a tomar decisões melhores para preservar o lugar onde vive”.

Estudante 11: “Ajuda porque mostra quando a água está ficando mais suja com o passar do tempo. Dá pra comparar e ver se as coisas estão melhorando ou piorando”.

Estudante 12: “Os moradores podem aprender a usar esses protótipos sozinhos e acompanhar a qualidade do rio sem depender de outras pessoas de fora”.

Estudante 13: “Esses protótipos ajudam na prevenção. Se a gente vê que tem algo errado na água, no solo ou no ar, dá pra avisar a comunidade antes de virar um problema maior”.

As falas dos treze estudantes evidenciam uma compreensão aprofundada sobre a importância dos protótipos de análise da água, do solo e do ar para a comunidade ribeirinha. De maneira geral, os alunos reconhecem que esses dispositivos vão além do papel de simples ferramentas tecnológicas, atuando como instrumentos fundamentais para que a própria comunidade monitore o ambiente, identifique precocemente possíveis riscos e tome decisões mais informadas e responsáveis em relação à saúde, à agricultura e à preservação ambiental.

Um aspecto recorrente nas declarações dos estudantes é a preocupação com a saúde da comunidade, especialmente no que se refere à qualidade da água. Os estudantes 1, 5, 6, 7 e 11 ressaltam, de forma direta, como os protótipos contribuem para identificar se a água está limpa, poluída, turva ou até mesmo imprópria para o consumo. Esse padrão evidencia que eles reconhecem a importância fundamental do rio no cotidiano da população ribeirinha, compreendendo que a qualidade da água está diretamente associada ao bem-estar e à saúde das famílias locais. Assim, esses alunos destacam um perfil de respostas centrado na promoção da saúde ambiental e humana.

Outro padrão evidente é o reconhecimento de que os sensores contribuem para a agricultura local e o manejo do solo. As falas dos estudantes 2 e 8 ressaltam que os protótipos possibilitam avaliar aspectos essenciais como a fertilidade, a umidade e as condições gerais da terra. Com esses dados, os moradores da comunidade podem tomar decisões mais informadas e precisas sobre o plantio, os cuidados com as lavouras e o uso sustentável do solo. Dessa forma, esse grupo de respostas evidencia um olhar voltado para o aproveitamento produtivo do

território, com ênfase no fortalecimento da atividade agrícola e na garantia de melhores resultados para as famílias ribeirinhas.

Além disso, alguns alunos demonstram uma compreensão mais ampla sobre a relação entre ambiente e comportamento humano, evidenciando uma consciência socioambiental emergente. Os estudantes 3, 4, 9 e 10 mencionam aspectos como temperatura da água, clima local, impacto do lixo e tomada de decisões comunitárias. Eles mostram que a tecnologia permite observar mudanças ambientais que afetam a pesca, o cotidiano e a preservação da região. Esses alunos representam o padrão de respostas relacionadas ao entendimento CTS.

Por fim, os estudantes 12 e 13 enfatizam a autonomia e a prevenção, destacando como os protótipos permitem que a própria comunidade monitore e identifique problemas antes que se agravem. Eles representam o padrão de respostas focado na participação comunitária e no monitoramento preventivo.

Antes de apresentar os resultados das respostas dos alunos para a pergunta 2, indicamos observar a descrição de cada protótipo no Quadro 4.

Quadro 4 – Principais funções de cada parâmetro.

Protótipo	Principais funções	Referências
Detecção da coloração do solo	A cor do solo ajuda a identificar sua composição, a quantidade de matéria orgânica e suas condições atuais, como drenagem, aeração e atividade biológica. Ela também funciona como um indicador de possíveis problemas, como má drenagem ou baixa atividade biológica, auxiliando no manejo adequado e sustentável do solo.	(Campos; Demattê, 2004; Carmo <i>et al.</i> , 2016)
Detecção de condutividade elétrica do solo	A condutividade elétrica do solo (CE) é um parâmetro muito importante porque indica a quantidade de sais dissolvidos presentes no solo. Quanto maior a condutividade, maior é a concentração de sais.	(Molin <i>et al.</i> , 2005; Siqueira; Silva; Dafonte, 2015; Rabello; Bernardi; Inamasu, 2014)
Temperatura e umidade do solo	A medição da temperatura e da umidade do solo é essencial para compreender as condições ambientais que influenciam diretamente a vegetação, os organismos do solo e o funcionamento do ecossistema. Esses dois parâmetros revelam como o solo responde ao clima, às atividades humanas e ao uso do território.	(Oliveira <i>et al.</i> , 2005; Resende <i>et al.</i> , 2005)
Temperatura e umidade do ar	A análise da temperatura e da umidade do ar é fundamental para compreender o clima local e como ele influencia diretamente a vida das pessoas, dos animais e dos ecossistemas.	(Oliveira <i>et al.</i> , 2009; Masiero; Souza, 2013)
Temperatura da água	A temperatura da água é um dos parâmetros mais importantes para compreender a qualidade ambiental de rios, lagos e igarapés. Ela influencia diretamente a vida aquática, os processos químicos na água e até o modo como a comunidade usa esse recurso no dia a dia.	(Melo; Silva; Miranda, 2005; Soares; Costa, 2020)

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Pergunta 2: Qual a importância de cada protótipo?

Estudante 1: “Cada protótipo ajuda a entender uma parte diferente do ambiente. O de temperatura e umidade do solo mostra se a terra está boa pra plantar. O do ar ajuda a saber como está o clima. O de turbidez diz se a água está limpa. O de cor do solo mostra se ele está mais fértil. O de temperatura da água ajuda a ver se os peixes estão bem. E o de condutividade mostra se o solo está com muitos sais”.

Estudante 2: “A importância desses protótipos é que eles ajudam a descobrir problemas antes que causem danos. Se a água estiver turva, a gente já desconfia de poluição. Se o solo estiver muito seco ou muito úmido, já dá para cuidar da plantação. Cada um ajuda em uma parte da natureza”.

Estudante 3: “O sensor de temperatura e umidade do ar é importante porque mostra como o clima está mudando. O da água diz se ela está limpa. O de cor do solo ajuda a saber se a terra está boa. Todos juntos fazem a gente entender a saúde do ambiente”.

Estudante 4: “O protótipo de temperatura da água é importante para entender a vida dos peixes. O de turbidez mostra quão turva a água está, um dos motivos pode ser acúmulo de materiais vindos do solo ou das árvores. O do solo mostra se dá pra plantar. E o do ar ajuda a saber a temperatura do ar e a umidade, lugares muito secos tem baixa umidade”.

Estudante 5: “Eu acho que a importância deles é ajudar a cuidar da comunidade. Se o solo não estiver bom, a gente pode mudar o jeito de plantar. Se a água estiver suja, podemos avisar as famílias. Então todos são importantes para proteger a saúde”.

Estudante 6: “Os protótipos são importantes porque ajudam a gente a estudar o meio ambiente com mais precisão. A turbidez mostra a sujeira da água, a temperatura da água mostra se o rio está aquecendo, e a cor do solo mostra mudanças por causa das nossas ações”.

Estudante 7: “O mais importante é que esses protótipos mostram coisas que não dá pra ver só olhando. A condutividade elétrica do solo, por exemplo, mostra se ele tem muitos minerais. A turbidez da água revela sujeira que o olho não percebe direito”.

Estudante 8: “O protótipo de umidade do solo ajuda muito quem planta. O de cor do solo diz se a terra está mais rica ou mais pobre. O do ar ajuda a ver quando está muito quente. E o da água ajuda na pesca e na saúde”.

Estudante 9: “A importância é que cada protótipo ajuda a resolver um tipo de problema ambiental. A água suja, a terra fraca, o ar quente... cada um deles serve pra uma coisa, e todos juntos ajudam a cuidar melhor da natureza”.

Estudante 10: “Acho importante porque eles ajudam a gente a tomar decisões melhores. Se o solo tiver pouca umidade, a gente não planta naquele dia. Se a água tiver turva, não usamos para cozinhar. Eles ajudam a vida da comunidade”.

Estudante 11: “O sensor de temperatura da água é importante porque mostra se o rio não está esquentando demais. O de turbidez ajuda a ver a poluição. O de solo mostra se precisa adubar. O do ar mostra como o clima está mudando. Cada um ajuda de um jeito”.

Estudante 12: “Esses protótipos são importantes porque ensinam a gente a cuidar do lugar onde mora. O rio, a terra e o ar são importantes pra nossa vida. Com eles, a gente aprende a monitorar tudo isso”.

Estudante 13: “A importância está em conhecer o ambiente. A gente aprende sobre temperatura, umidade, solo, água... e tudo isso ajuda a preservar. Eles são como ferramentas para proteger a comunidade”.

DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS

Apesar de cada aluno expressar sua percepção com suas próprias palavras, observa-se um padrão claro: todos reconhecem que os protótipos são ferramentas essenciais para conhecer melhor o ambiente da comunidade, identificar problemas e orientar ações de cuidado e preservação.

De modo geral, os estudantes compreendem que cada protótipo tem uma função específica, mas que todos se complementam na observação do solo, da água e do ar — elementos fundamentais para a vida na comunidade ribeirinha. Essa ideia aparece repetidamente nas falas dos alunos, que enxergam os dispositivos como instrumentos de monitoramento ambiental capazes de revelar informações que não seriam percebidas a olho nu.

Nas respostas dos estudantes, percebe-se um padrão recorrente relacionado à preocupação com a qualidade da água. Um dos aspectos mais evidentes é que muitos alunos (1, 3, 4, 5, 6, 7, 10 e 11) ressaltam a importância dos sensores de turbidez e de temperatura da água para monitorar se o rio está limpo, identificar possíveis indícios de poluição e compreender impactos que podem afetar tanto a pesca quanto a saúde das famílias. Esse grupo de respostas evidencia um olhar voltado à proteção da saúde coletiva e ao uso cotidiano da água pela comunidade.

Outro padrão diz respeito à fertilidade e manejo do solo, presente especialmente nas respostas dos estudantes 2, 8 e 11. Eles destacam que os sensores de umidade, cor e condutividade elétrica do solo ajudam agricultores da comunidade a compreender a qualidade da terra, planejar o plantio e identificar quando o solo está pobre ou necessita de cuidados. Esse padrão reflete uma visão prática e produtiva, conectada com o cotidiano rural da comunidade.

Há também um padrão relacionado ao clima e ao conforto ambiental, presente nas falas dos estudantes 3, 4 e 8. Eles ressaltam a importância dos sensores de temperatura e umidade do ar para entender as variações climáticas e suas consequências para o dia a dia da população.

Além desses grupos temáticos, alguns estudantes (6, 9, 10, 12 e 13) trazem um olhar mais amplo, que ultrapassa a função técnica dos protótipos. Eles enfatizam que os dispositivos ajudam na tomada de decisões, na prevenção de problemas ambientais e no desenvolvimento da consciência sobre como as ações humanas afetam o ambiente. Esse é um padrão claramente alinhado à abordagem CTS, pois relaciona os dados obtidos à responsabilidade comunitária e ao cuidado com o território.

Pergunta 3: O que os dados analisados revelam sobre a água, solo e ar na comunidade rural Nossa Senhora do Livramento?

Estudante 1: “Os dados indicaram que a água do rio apresenta maior turbidez em determinados momentos, especialmente em áreas próximas aos barrancos e durante os períodos de chuva. Nós observamos que esse aumento da turbidez pode ser explicado pela movimentação intensa da água, provocada pelo banheiro mais forte, que acaba suspendendo sedimentos e partículas no rio”.

Estudante 2: “O solo estava com pouca umidade em alguns lugares. Isso mostra que a terra está secando rápido e pode dificultar o plantio”.

Estudante 3: “Realizamos a prática na época da seca, nessa época o dia fica muito quente, o que justifica a temperatura da água estar mais alta do que a gente imaginava. Isso pode afetar os peixes que moram no rio.”

Estudante 4: “No dia da prática de campo, período da seca, o ar estava muito quente e seco no dia da medição. Os dados mostram que o clima está ficando bem mais quente na comunidade”.

Estudante 5: “A água fica mais turva em alguns pontos do rio porque tem muitas partículas misturadas nela. Esse aumento da turbidez pode ocorrer quando a chuva leva terra dos barrancos para dentro do rio. Além disso, durante a coleta, observamos pontos de poluição e acúmulo de lixo doméstico próximos ao local de onde retiramos a água, o que também contribui para a piora da qualidade e para que a água fique mais suja”.

Estudante 6: “O sensor de cor do solo mostrou que em algumas áreas a terra está mais clara, indicando que pode estar perdendo nutrientes”.

Estudante 7: “A condutividade elétrica do solo estava alta em alguns pontos, mostrando que tem muitos sais. Isso pode atrapalhar o crescimento das plantas”.

Estudante 8: “Os dados mostraram que a água nem sempre está segura para usar”.

Estudante 9: “O solo perto de algumas casas estava mais compactado e seco. Isso mostra que a movimentação das pessoas muda as características da terra”.

Estudante 10: “A medição do ar indicou temperaturas bastante elevadas, o que evidencia um aumento do calor na região. Esse fenômeno pode estar relacionado ao período de estiagem, típico da época em que realizamos a coleta dos dados”.

Estudante 11: “A análise da água mostrou que tem dias que ela está melhor e dias que está pior. Isso significa que a poluição não é igual o tempo todo”.

Estudante 12: “Os dados de temperatura e umidade do solo mostram que em alguns lugares a terra está muito seca ou muito molhada. Quando o solo fica seco demais, ele não é bom para plantar feijão, abóbora ou outras plantas que precisam de umidade para crescer bem”.

Estudante 13: “A análise mostrou que o ambiente está mudando. A água, o solo e o ar mostram sinais de impacto humano, como lixo, poeira e áreas desmatadas”.

As observações feitas pelos alunos revelam não apenas a leitura dos dados coletados, mas também a capacidade de relacionar esses resultados às características ambientais e às práticas realizadas no território ribeirinho. Um primeiro ponto evidente nas respostas é a atenção à qualidade da água do rio, especialmente no que se refere à turbidez e à temperatura. Os estudantes 1, 3, 5, 8, 11 e 13 destacam mudanças perceptíveis na água, seja pela presença de partículas em suspensão, pelo aumento da sujeira, pelos efeitos de poluição doméstica ou pelo aquecimento durante o período de seca. Esses alunos mostram que compreenderam que a qualidade da água é variável e influenciada tanto por fenômenos naturais — como banzeiros fortes, chuvas e erosão dos barrancos — quanto por ações humanas, principalmente o descarte de lixo nas margens. Esse grupo representa um padrão de repetição focado na instabilidade e na vulnerabilidade da água, demonstrando consciência de que o rio é diretamente afetado pelo clima e pela atividade humana.

Outro padrão recorrente refere-se às condições do solo, apontadas por vários estudantes, como os alunos 2, 6, 7, 9, 12 e 13. As respostas mostram que o solo apresenta regiões secas, compactadas e, em alguns casos, empobrecidas em nutrientes. Alguns estudantes relacionam a

baixa umidade à dificuldade de plantio, enquanto outros identificam sinais de degradação, como aumento da condutividade elétrica e mudanças na cor do solo. Esse grupo evidencia um padrão de repetição voltado para a degradação e fragilidade do solo, associando essas condições aos efeitos do clima, da movimentação humana e da falta de cuidados adequados com a terra.

As respostas sobre o ar e as condições climáticas também apresentam repetição. Os estudantes 4 e 10 reforçam que os dias de coleta ocorreram durante a estiagem, período caracterizado por altas temperaturas e ar seco. Esses estudantes reconhecem que o clima tem se tornado progressivamente mais quente, o que pode estar relacionado à diminuição da vegetação ao redor da comunidade. Junto com o estudante 13, que menciona poeira e áreas desmatadas, eles formam um padrão que aponta para mudanças climáticas locais perceptíveis e associadas ao meio ambiente degradado.

E dois alunos se destacam pela leitura mais ampla e integrada dos dados coletados. Os alunos 11 e 13, compreendem que as condições ambientais não são estáticas: elas variam de acordo com o clima, o comportamento da comunidade e as características do próprio território. O estudante 13, em particular, sintetiza esses elementos ao afirmar que água, solo e ar mostram sinais claros de impacto humano, demonstrando uma percepção mais crítica e alinhada à abordagem CTS.

Em relação as evidências foram organizadas em três categorias, apresentadas a seguir.

Categoria 1: Apropriação da Robótica como Ferramenta Científica

Os resultados das oficinas mostram que os estudantes passaram rapidamente de um uso “operacional” da robótica para uma apropriação científica e investigativa dos protótipos construídos com Arduino. Inicialmente, muitos deles enfrentaram dificuldades comuns, como erros de compilação, problemas com bibliotecas, confusão entre portas digitais e analógicas, falhas de conexão e ausência de componentes essenciais (como resistor pull-up). No entanto, tais desafios não impediram o avanço; ao contrário, tornaram-se parte essencial do processo formativo.

À medida que aprendiam a interpretar erros, a ajustar códigos e a reorganizar ligações na protoboard, os estudantes começaram a perceber o Arduino não apenas como um objeto tecnológico, mas como uma ferramenta de medição, investigação e validação de hipóteses. Os sensores — especialmente o DHT11 e o sensor de umidade do solo — passaram a ser entendidos como instrumentos científicos para analisar fenômenos ambientais reais, como

variações de temperatura, umidade do ar, umidade do solo e condições microclimáticas da comunidade.

Os estudantes ficaram livres para utilizar o Chat GPT durante as oficinas, e a interação com o ChatGPT desempenhou papel fundamental na formação desse pensamento científico, pois o GPT não apenas solucionou erros, mas também ensinaram os estudantes a perguntar melhor, a compreender a lógica por trás dos códigos e a estruturar testes de forma mais rigorosa. Essa mediação tecnológica favoreceu a autonomia e fortaleceu a confiança dos estudantes para validar seus próprios protótipos e interpretar dados coletados durante a prática de campo.

Como consequência, houve um avanço na capacidade de diagnosticar falhas, propor soluções técnicas, compreender a lógica dos sensores, relacionar dados aos fenômenos naturais observados e apresentar resultados em linguagem científica.

Esses resultados reforçam as conclusões de Papert (1994) e Pittner (2022), ao evidenciarem que a robótica educacional não apenas estimula o pensamento experimental, mas também potencializa aprendizagens, especialmente quando aplicada à resolução de problemas reais do cotidiano dos estudantes.

Categoria 2: Integração entre Ciência, Tecnologia e Ambiente na Perspectiva CTS

O desenvolvimento dos protótipos proporcionou aos estudantes a compreensão de que as variáveis ambientais não são apenas dados isolados, mas sim indicadores fundamentais das condições socioambientais da RDS do Tupé. Em todas as etapas da investigação, a perspectiva CTS esteve fortemente presente, incentivando reflexões críticas sobre o impacto direto das ações humanas na qualidade da água, do solo e do ar. Esse processo estimulou uma visão mais abrangente e consciente, permitindo aos estudantes perceberem as complexas inter-relações entre ciência, tecnologia e meio ambiente, e entenderem a importância do uso responsável dos recursos naturais.

Durante as testagens dos protótipos, emergiram discussões espontâneas sobre: i) o aumento da turbidez próximo a áreas de descarte inadequado de resíduos; ii) a diferença entre a umidade do solo em áreas sombreadas e áreas degradadas; iii) a variação da temperatura da água em trechos mais rasos do rio, influenciada pela incidência solar; iv) o impacto da retirada da vegetação nas trilhas utilizadas pela comunidade.

Ao analisar umidade do solo, temperatura do ar e variações climáticas, os estudantes relacionaram esses dados a efeitos ambientais como: estiagem, mudanças bruscas de clima, dificuldades agrícolas, impactos na biodiversidade local, erosão e redução da infiltração da

água. Tais associações demonstram que o estudo transcendeu a dimensão técnica e alcançou uma compreensão crítica das relações entre fenômenos naturais e ações humanas.

Categoria 3: Desenvolvimento de Competências da Aprendizagem Baseada em Projetos

Ao longo das oficinas, tornou-se notório o desenvolvimento de competências fundamentais entre os estudantes, características marcantes da Aprendizagem Baseada em Projetos.

A colaboração e o trabalho em equipe manifestaram-se quando os alunos assumiram diferentes funções — como programador, montador, testador e registrador —, promovendo a divisão equilibrada de tarefas e a corresponsabilidade no processo. A constante necessidade de negociar decisões técnicas durante a construção dos protótipos impulsionou a escuta ativa, o respeito às diferentes ideias e a construção conjunta de soluções, evidenciando a cooperação como aspecto central para a superação dos desafios propostos.

Além disso, a autonomia e a capacidade de tomada de decisões foram aprimoradas à medida que os estudantes, ao desenvolverem protótipos de turbidez e umidade do solo, experimentaram variadas combinações de componentes, ajustaram sensores e sugeriram aprimoramentos estruturais a partir de tentativas, erros e aprendizados acumulados. Esse processo fortaleceu a confiança dos alunos frente aos obstáculos, estimulando o protagonismo e a iniciativa individual e coletiva.

O pensamento crítico e reflexivo também foi intensamente trabalhado, pois a análise e comparação dos dados ambientais obtidos nos testes dos protótipos levaram os estudantes a formular hipóteses, questionar resultados e buscar explicações fundamentadas. Muitos demonstraram avanço expressivo na argumentação e no raciocínio científico ao justificarem variações nos valores coletados a partir de critérios ambientais observados, evidenciando uma compreensão cada vez mais profunda dos fenômenos investigados. Esses resultados reafirmam Bender (2014), ao evidenciar que a ABP favorece protagonismo e engajamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao abordar a implementação de oficinas de robótica educacional no ensino de Ciências em uma escola da zona rural ribeirinha de Manaus, a pesquisa evidenciou que a construção e o uso de protótipos voltados à análise de parâmetros físico-químicos da água, do solo e do ar favoreceram a aprendizagem científica dos estudantes e ampliaram sua compreensão sobre questões socioambientais do território.

Como desdobramento desses resultados, o Produto Educacional, fundamentado na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), mostrou-se capaz de fomentar um ambiente formativo em que os estudantes assumiram papel ativo na investigação, na formulação de hipóteses e na interpretação crítica dos dados ambientais coletados. Nesse processo, a robótica articulou o ensino de Ciências de modo interdisciplinar, aproximando-o da programação, dos circuitos elétricos, do estudo dos parâmetros físico-químicos e da realidade socioambiental da RDS do Tupé.

Além disso, a experiência evidenciou o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento crítico, ao trabalho colaborativo, à criatividade, à resolução de problemas e à autonomia, ao mesmo tempo em que ampliou os conhecimentos dos estudantes sobre robótica e sobre os parâmetros físico-químicos investigados. Mesmo diante de limitações estruturais e tecnológicas características de escolas situadas em comunidades ribeirinhas, a proposta mostrou-se viável e passível de adaptação, especialmente com o uso de recursos acessíveis, como o Arduino e os materiais empregados na construção dos protótipos.

Dessa forma, a experiência contribui para o fortalecimento de uma educação científica crítica, interdisciplinar e comprometida com a realidade local. Recomenda-se que futuras intervenções ampliem o uso de sensores ambientais, incentivem a criação e a experimentação de novos protótipos voltados ao ensino de Ciências e aprofundem o diálogo entre os saberes tradicionais da comunidade e o conhecimento científico, de modo a potencializar práticas pedagógicas ainda mais contextualizadas e socialmente comprometidas.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; SANTOS, W. L. P. dos. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da educação em Ciências: reflexões e desafios. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 649-666, 2011.

AZEVEDO, A. C. P.; BAZZO, W. A. Educação CTS: contribuições para o ensino de Ciências e formação de professores. **Cadernos de Pesquisa**, [S. l.], v. 42, n. 146, p. 540-559, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BATISTA, A. L.; SCHIAVON, L. M.; TOUREIRO, M. C. Robótica educacional e ensino de Ciências: possibilidades e desafios. **Revista Ensino em Foco**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 34-52, 2022.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

CAMPOS, R. C.; DEMATTÊ, J. A. M. Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 28, p. 853-863, 2004.

CARMO, D. A. B. do; JÚNIOR, J. M.; SIQUEIRA, D. S.; BAHIA, A. S. R. de S.; SANTOS, H. M.; POLLO, G. Z. Cor do solo na identificação de áreas com diferentes potenciais produtivos e qualidade de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 51, n. 9, p. 1261-1271, 2016.

DOMICIANO, C. R. **Educação CTS: fundamentos e perspectivas para o ensino de Ciências**. São Paulo: Pimenta, 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GOMES, A. F.; SILVA, J. L.; MOREIRA, P. R. A robótica como instrumento no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 407-423, 2010.

MACHADO, A. A.; ZAGO, M. R. R. da S. Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 143-168, 2020. DOI: 10.20396/tsc.v7i2.14869. Disponível em: <https://econtents.sbu.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14869>. Acesso em: 24 nov. 2025.

MASIERO, É.; SOUZA, L. C. L. de. Variação de umidade absoluta e temperatura do ar intraurbano nos arredores de um corpo d'água. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 13, p. 25-39, 2013.

MELO, E. G. F.; SILVA, M. S. R. da; MIRANDA, S. A. F. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus-Amazonas. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 5, n. 16, p. 40-47, 2005.

MOLIN, J. P.; GIMENEZ, L. M.; PAULETTI, V.; SCHMIDHALTER, U.; HAMMER, J. Mensuração da condutividade elétrica do solo por indução e sua correlação com fatores de produção. **Engenharia Agrícola**, [S. l.], v. 25, p. 420-426, 2005.

OLIVEIRA, A.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; DURANTE, L. C.; NINCE, P. C. do C. Análise da variação de temperatura e umidade em função das características de ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2009.

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S. l.], v. 9, p. 535-539, 2005.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a educação na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PITTNER, R. **Robótica educacional na formação científica: práticas e desafios**. Curitiba: InterSaber, 2022.

RABELLO, L. M.; BERNARDI, A. C. de C.; INAMASU, R. Y. Condutividade elétrica aparente do solo. *In*: BERNARDI, A. C. de C. *et al.* (org.). [Título da obra não informado]. [S. l.: s. n.], 2014. p. 48-57.

RESENDE, F. R.; SOUZA, L. S. de; OLIVEIRA, P. S. R. de; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 29, p. 100-105, 2005.

SALES, G. F. **Sequências didáticas no ensino de Ciências associadas à cultura maker com o uso de kits educacionais para a formação de professores da Educação Básica**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

SILVA, M. V.; GONZATTI, S. E. M.; BÖCKEL, W. J. Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor. **Educação, Ciência e Cultura**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 281-296, 2019.

SIQUEIRA, G. M.; SILVA, Ê. F. F.; DAFONTE, J. Distribuição espacial da condutividade elétrica do solo medida por indução eletromagnética e da produtividade de cana-de-açúcar. **Bragantia**, [S. l.], v. 74, n. 2, p. 215-223, 2015.

SOARES, S. C. da R.; COSTA, F. S. da. Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em assentamento rural do Amazonas: o caso do PA Pacιά (Lábrea/AM). **Águas Subterrâneas**, [S. l.], v. 34, n. 2, 2020.