

**PROJETOS INTERDISCIPLINARES E METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE
FÍSICA E DE ROBÓTICA EDUCACIONAL**

**INTERDISCIPLINARY PROJECTS AND ACTIVE METHODOLOGIES IN TEACHING
PHYSICS AND EDUCATIONAL ROBOTICS**

**PROYECTOS INTERDISCIPLINARES Y METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA ROBÓTICA EDUCATIVA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n12-260>

Data de submissão: 22/11/2025

Data de publicação: 22/12/2025

Débora Gomes Batalha

Discente do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Instituição: Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2276-6467>

Jovan Louzeiro Silva

Discente do curso médio-técnico em Informática

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6577733195003394>

Caio Rafael Sabino Brito

Discente do curso médio-técnico em Administração

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: caiorafaelsabino07@gmail.com

Matheus Silva Duarte

Discente do curso médio-técnico em Informática

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: matheussilvaduarte200@gmail.com

Gabriel Nascimento Tavares

Discente do curso médio-técnico em Recursos Pesqueiros

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: gabrieltavares79640@gmail.com

João Vitor Oliveira Rodrigues

Discente do curso médio-técnico em Enfermagem

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: jvrodriguezkrt@gmail.com

Klyssia Kamille Guerra da Silva

Discente do curso médio-técnico em Informática

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: klyssiamaille1701@gmail.com

Aina Sophia Silva da Silva

Discente do curso médio-técnico em Administração

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: aina.sophia.14@gmail.com

Jamilly Ferreira Costa

Discente do curso médio-técnico em Informática

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: zecosta.nnn@gmail.com

Matheus Tocantins Pantoja

Discente do curso médio-técnico em Recursos Pesqueiros

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: matheuspantoja.ma2007@gmail.com

Aucirleya da Silva Mesquita

Discente do curso médio-técnico em Recursos Pesqueiros

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: aucirleyamesquita01@gmail.com

Lucas Pietro Silva Lima

Discente do curso médio-técnico em Administração

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

E-mail: lucaspetrosilva123963@gmail.com

Jhonathan Luis Amorim Cruz

Bacharelando em Psicologia

Instituição: Faculdade Estácio

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2213311553085373>

Ana Grazielly Oliveira Pinheiro

Bacharelando em Direito

Instituição: Centro Universitário Santa Teresinha (CEST)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4935109452214166>

Gustavo Saraiva Nunes

Bacharelando em Mecatrônica

Instituição: Universidade Paulista (UNIP)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1773-4074>

Carlos Eduardo Costa Mendonça

Bacharelando em Ciências da Computação

Instituição: Faculdade Anhanguera

E-mail: mcarloseduardo424@gmail.com

Andrey Marcos Mendonça Ferreira

Especialista em Informática na Educação

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5826709717302609>

Romário Costa Ribeiro

Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7354206173774381>

Ronan Corrêa Santos

Bacharel em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0226652164204143>

Diego Aurélio dos Santos Cunha

Mestre em Recursos Aquáticos e Pesca

Instituição: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5414-602X>

RESUMO

Este estudo apresenta a implementação de projetos interdisciplinares que articulam Física, Robótica Educacional e sustentabilidade no ensino médio técnico, utilizando metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos e a cultura maker. Foram analisados três projetos: Arduíssisse!, Construtores do Amanhã e Projeto de Sustentabilidade, que integraram conteúdos de trabalho e energia, leis de Newton, eletricidade, potência e ondas à construção de protótipos robóticos e artefatos sustentáveis. Os resultados, sistematizados em tabelas comparativas, evidenciam avanços na compreensão dos conceitos físicos, maior engajamento dos estudantes e desenvolvimento de competências como pensamento crítico, colaboração, criatividade e protagonismo. A reutilização de sucata eletrônica promoveu consciência socioambiental e alinhamento com ODS como 4, 9, 11, 12 e 13. Conclui-se que a integração entre Física, robótica e práticas sustentáveis constitui uma estratégia eficaz para potencializar a aprendizagem significativa, aproximar ciência e tecnologia do cotidiano dos estudantes e fortalecer a formação cidadã.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos. Cultura Maker. Sustentabilidade. Ensino.

ABSTRACT

This study presents the implementation of interdisciplinary projects that articulate Physics, Educational Robotics, and sustainability in technical high school, using active methodologies such as Project-Based Learning and maker culture. Three projects were analyzed: Arduíssisse!, Construtores do Amanhã (Builders of Tomorrow), and Projeto de Sustentabilidade (Sustainability Project), which integrated content on work and energy, Newton's laws, electricity, power, and waves into the construction of robotic prototypes and sustainable artifacts. The results, systematized in comparative tables, show advances in the understanding of physical concepts, greater student engagement, and the development of skills such as critical thinking, collaboration, creativity, and leadership. The reuse of electronic scrap promoted socio-environmental awareness and alignment with SDGs such as 4, 9, 11, 12, and 13. It is concluded that the integration of Physics, robotics, and sustainable practices constitutes an effective strategy to enhance meaningful learning, bring science and technology closer to students' daily lives, and strengthen civic education.

Keywords: Project-Based Learning. Maker Culture. Sustainability. Education.

RESUMEN

Este estudio presenta la implementación de proyectos interdisciplinarios que articulan la Física, la Robótica Educativa y la sostenibilidad en la educación secundaria técnica, utilizando metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y la cultura maker. Se analizaron tres proyectos: Arduínisse!, Construtores do Amanhã (Constructores del Mañana) y Projeto de Sustentabilidade (Proyecto de Sustentabilidad), que integraron contenidos sobre trabajo y energía, leyes de Newton, electricidad, potencia y ondas en la construcción de prototipos robóticos y artefactos sostenibles. Los resultados, sistematizados en tablas comparativas, muestran avances en la comprensión de conceptos físicos, una mayor participación estudiantil y el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad y el liderazgo. La reutilización de chatarra electrónica promovió la conciencia socioambiental y la alineación con los ODS como el 4, 9, 11, 12 y 13. Se concluye que la integración de la Física, la robótica y las prácticas sustentables constituye una estrategia efectiva para potenciar el aprendizaje significativo, acercar la ciencia y la tecnología a la vida cotidiana de los estudiantes y fortalecer la educación cívica.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos. Cultura Maker. Sostenibilidad. Educación.

1 INTRODUÇÃO

A articulação entre Física e Robótica no contexto escolar tem se destacado como uma estratégia pedagógica capaz de aproximar os estudantes do conhecimento científico por meio da experimentação, da resolução de problemas e do protagonismo juvenil. Em um cenário educacional ainda marcado por práticas tradicionais, centradas na repetição e na memorização, metodologias ativas e projetos interdisciplinares emergem como alternativas para tornar o aprendizado mais significativo e conectado às demandas contemporâneas.

Pesquisas recentes reforçam esse movimento. Ching et al. (2019) evidenciam que currículos de robótica estruturados segundo a abordagem STEM favorecem atitudes mais positivas em relação à matemática, ampliando o engajamento dos estudantes em ambientes extracurriculares. De modo semelhante, Sena et al. (2019) demonstram que o uso de robótica no ensino de Física, quando associado à aprendizagem baseada em projetos, eleva a motivação discente e fortalece o envolvimento nas atividades experimentais.

A literatura sintetizada na tabela 1 corrobora esses achados ao evidenciar que diferentes estratégias de integração entre Física e Robótica, desde oficinas práticas até o desenvolvimento de protótipos com Arduino, resultam em maior compreensão conceitual, motivação e desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais.

Tabela 1: Exemplos de integração entre Física e Robótica e seus impactos.

| Estratégia Didática | Resultados Observados | Citações |
|----------------------------------|---|---|
| Projetos de robôs com Arduino | Maior motivação e envolvimento dos alunos | Sena et al. 2019. Badeleh, 2021. |
| Oficinas práticas de robótica | Aumento do interesse em Física | Ngugi et al. 2023. Badeleh, 2021. Marinho et al. 2025. Malta et al. 2024. |
| Aprendizagem baseada em projetos | Desenvolvimento de habilidades | Darmawansah et al. 2023. Sena et al. 2019. Lathifah, et al. 2019. Pereira et al. 2024. Scarpin et al. 2025. De Oliveira et al. 2025. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Os estudos convergem para a ideia de que ambientes de aprendizagem mão na massa permitem que conceitos físicos abstratos, como trabalho, energia, força ou potência elétrica, sejam vivenciados de forma concreta e contextualizada.

Nesse sentido, a Robótica Educacional se torna um recurso didático de grande potencial, sobretudo quando associada a plataformas acessíveis como o Arduino e ao reaproveitamento de componentes provenientes de lixo eletrônico. Essa combinação amplia o alcance pedagógico ao

permitir que fenômenos físicos, eletricidade, mecânica, movimento, ondas ou circuitos, sejam compreendidos tanto em sua dimensão teórica quanto em sua aplicação prática. Ao mesmo tempo, insere a sustentabilidade como eixo transversal de formação ao estimular a reflexão sobre descarte, consumo e reaproveitamento de materiais, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Diversos estudos mostram que a integração de robótica e metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos (PBL), potencializa o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas, colaboração e comunicação científica em diferentes níveis de ensino (Pou et al., 2022; Kanaki et al., 2025; Llanos-Ruiz et al., 2024; Moraiti et al., 2022). A robótica educacional, ao ser inserida em projetos interdisciplinares, estimula a autonomia, a cooperação, a criatividade e o engajamento dos alunos, além de promover a aprendizagem significativa de conceitos de Física e questões ambientais (Llanos-Ruiz et al., 2024; Freitas et al., 2024; Cakir & Guven, 2025).

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo investigar de que maneira projetos interdisciplinares baseados em metodologias ativas, utilizando a Robótica Educacional e conceitos da Física, contribuem para a promoção da aprendizagem significativa, do protagonismo estudantil e da conscientização socioambiental. Ao analisar experiências implementadas em contexto escolar, busca-se compreender como essas práticas transformam a relação dos estudantes com o conhecimento científico e com a sustentabilidade, ampliando horizontes formativos e estimulando a inovação.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito de disciplinas eletivas de Robótica Educacional em diálogo com a Física e a Educação Ambiental, tendo como referência os guias de aprendizagem das Eletivas: Arduíssisse e Construtores do Amanhã; bem como experiências anteriores ligadas à sustentabilidade e ao reaproveitamento de resíduos eletrônicos. A abordagem metodológica adotada foi qualitativa, exploratória e baseada em metodologias ativas, particularmente a aprendizagem baseada em projetos (ABP) e a cultura *maker*.

As etapas metodológicas deste trabalho foram desenvolvidas de maneira progressiva e articulada, iniciando-se com um processo de sensibilização dos estudantes e fundamentação teórica. Nesse primeiro momento, foram exibidos vídeos e promovidas rodas de conversa sobre o papel da robótica na educação, a problemática ambiental relacionada ao lixo eletrônico e a importância da sustentabilidade para a sociedade contemporânea. Paralelamente, introduziram-se os principais conceitos físicos associados ao projeto, como trabalho, energia, força, potência elétrica e movimento

retilíneo e uniforme, buscando relacioná-los diretamente ao funcionamento dos dispositivos robóticos. Exemplos concretos foram discutidos com os estudantes, como o trabalho mecânico presente no movimento de motores e engrenagens ou a conversão de energia elétrica em movimento nos robôs.

Em seguida, desenvolveram-se oficinas práticas que serviram de base para a formação técnica dos participantes. As atividades envolveram o estudo de eletrônica básica, com identificação e utilização de componentes como resistores, capacitores, LEDs, motores e sensores reaproveitados de sucata eletrônica. Complementarmente, os estudantes foram introduzidos à programação em Arduino, trabalhando comandos básicos e avançados em linguagem C/C++ para controlar sensores e atuadores. Também foram realizadas práticas de desmontagem e reaproveitamento de equipamentos eletrônicos descartados, promovendo a compreensão de princípios da economia circular por meio da reutilização de peças provenientes de computadores e eletrodomésticos.

A fase seguinte consistiu na integração direta entre Física e Robótica, etapa na qual cada grupo de alunos recebeu o desafio de construir um protótipo funcional, como robôs seguidores de linha, braços robóticos, sistemas de automação ou dispositivos de monitoramento ambiental. Durante a construção dos protótipos, os conceitos de Física foram explorados de forma contextualizada. Os estudantes aplicaram conhecimentos sobre trabalho e energia mecânica ao calcular a energia necessária para movimentar rodas e articulações, analisando a força aplicada, o deslocamento e a eficiência dos motores. Os princípios de força e movimento, especialmente as leis de Newton, foram estudados a partir da observação do comportamento dos robôs em diferentes superfícies, considerando atrito, aceleração e inércia. Além disso, realizaram medições de tensão, corrente e potência nos circuitos, permitindo estabelecer relações com a eficiência energética dos protótipos. Em projetos que utilizaram sensores ultrassônicos, os alunos também estudaram conceitos relacionados a ondas mecânicas e propagação do som, aplicando cálculos de tempo de resposta para medição de distâncias.

Na etapa de desenvolvimento e testes, os estudantes planejaram e construíram seus protótipos de maneira colaborativa, realizando experimentos e cálculos reais, como a comparação entre a energia elétrica consumida por um motor e o trabalho mecânico realizado durante o deslocamento do robô. Após os testes, foi organizada uma Feira de Robótica Sustentável, momento dedicado à apresentação e socialização dos resultados. Nessa atividade, os estudantes expuseram seus protótipos ao público, explicando os conceitos físicos aplicados, as soluções de programação utilizadas e a importância da reutilização de materiais eletrônicos na construção dos dispositivos. Para essa etapa, produziram banners, relatórios técnicos e materiais visuais, fortalecendo suas habilidades de comunicação científica.

Por fim, a avaliação ocorreu de forma processual e contínua, contemplando observações do professor, autoavaliações dos estudantes e análise dos relatórios de cada grupo. Os critérios avaliativos consideraram a aplicação adequada dos conceitos físicos, a criatividade nos projetos, o nível de sustentabilidade na escolha dos materiais e a cooperação entre os membros das equipes.

3 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta a articulação direta entre os principais conteúdos de Física e suas respectivas aplicações práticas na construção de protótipos robóticos. Nela são descritos exemplos de projetos desenvolvidos e os resultados observados em cada caso, evidenciando como conceitos abstratos, como trabalho, energia, força, movimento, potência elétrica, ondas e circuitos, ganham significado ao serem vivenciados em práticas concretas no ambiente escolar.

Tabela 2: Relação entre conteúdos de Física e projetos de Robótica Educacional

| Conteúdo de Física | Aplicação na Robótica | Exemplos de Projetos Desenvolvidos | Resultado observado |
|------------------------------------|--|---|--|
| Trabalho e Energia | Cálculo do trabalho realizado pelos motores e análise da eficiência no deslocamento. | Robô seguidor de linha e mini-carro automatizado. | Estudantes compreenderam como a energia elétrica é transformada em movimento e discutiram perdas por atrito. |
| Força e Movimento (Leis de Newton) | Relação entre força, massa e aceleração em robôs móveis. | Protótipo de robô coletor de resíduos. | Identificação do impacto do atrito nas rodas, promovendo a compreensão prática das leis de Newton. |
| Potência Elétrica e Corrente | Medição do consumo elétrico de motores, LEDs e sensores. | Braço robótico com controle por Arduino. | Compreensão da relação entre potência ($P=V \cdot I$) e autonomia do sistema. |
| Ondas e Som | Uso de sensores ultrassônicos para medição de distância. | Robô autônomo com desvio de obstáculos. | Estudantes relacionaram tempo de propagação da onda com distância, aplicando conceitos de Física das ondas. |
| Circuitos Elétricos | Montagem de circuitos em protoboard e reaproveitamento de componentes. | Sistemas de iluminação e sensores ambientais. | Maior compreensão dos princípios de resistência, tensão e associação de resistores. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Em seguida, a tabela 3 sintetiza as competências e habilidades desenvolvidas pelos estudantes ao longo dos projetos, relacionando-as às metodologias ativas empregadas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), a cultura maker e a experimentação prática. Também são destacados os impactos educacionais, sociais e ambientais, mostrando avanços em pensamento crítico, colaboração, autonomia, protagonismo e comunicação científica.

Tabela 3: Competências desenvolvidas, metodologias ativas e impactos educacionais.

| Competência/Habilidade | Metodologia ativa aplicada | Impacto educacional, social e ambiental |
|---|---|---|
| Pensamento crítico e resolução de problemas | Aprendizagem baseada em projetos (ABP) | Estudantes aplicaram conceitos de Física para corrigir falhas em protótipos e otimizar o desempenho. |
| Trabalho em equipe e colaboração | Cultura <i>maker</i> e desafios cooperativos | Grupos organizaram tarefas e apresentaram soluções criativas em feiras de robótica. |
| Consciência socioambiental | Reutilização de lixo eletrônico | Sensibilização sobre economia circular, redução de resíduos e reaproveitamento de componentes. |
| Autonomia e protagonismo | Experimentação prática com Arduino e sensores | Alunos desenvolveram projetos próprios, ampliando a autoestima e a motivação para aprender. |
| Comunicação científica | Culminância em feiras e apresentação de banners | Estudantes socializaram conhecimentos com a comunidade escolar, valorizando a ciência e a inovação sustentável. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A tabela 4 amplia essa análise ao relacionar as atividades realizadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Essa relação evidencia como os projetos de Robótica Educacional e Física não apenas promovem aprendizagem significativa, mas também fortalecem princípios de sustentabilidade, economia circular, inovação tecnológica e responsabilidade socioambiental dentro do ambiente escolar.

Tabela 4: Aplicações dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nos projetos de Física e Robótica Educacional

| ODS | Aplicação no Projeto | Resultados Observados |
|--|--|---|
| ODS 4 – Educação de Qualidade | Utilização de metodologias ativas e interdisciplinares (Física + Robótica + Sustentabilidade). | Aprendizagem significativa, protagonismo estudantil e motivação pelo estudo das Ciências Exatas. |
| ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura | Desenvolvimento de protótipos com Arduino e sucata eletrônica. | Estudantes criaram soluções tecnológicas acessíveis, estimulando inovação e pensamento computacional. |
| ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis | Reaproveitamento de lixo eletrônico em projetos robóticos. | Conscientização sobre descarte adequado e redução de resíduos na comunidade escolar. |
| ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis | Prática da economia circular: desmontagem de equipamentos e reutilização de componentes eletrônicos. | Redução da dependência de novos recursos, incentivo ao consumo responsável. |
| ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima | Redução da geração de resíduos eletrônicos e reflexão sobre eficiência energética em projetos de robótica. | Estudantes compreenderam a relação entre ciência, tecnologia e mitigação de impactos ambientais. |
| ODS 17 – Parcerias e Meios de Implementação | Culminância em feiras de ciência e parcerias locais para recolhimento de sucata eletrônica. | Fortalecimento da cooperação entre escola, comunidade e instituições externas. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A tabela 5 detalha como os conteúdos de Física foram aplicados na construção de robôs seguidores de linha, coletores, braços robóticos e sistemas baseados em sensores ultrassônicos. Os resultados mostram avanços na compreensão de energia, movimento, eletricidade, ondas e competências gerais como criatividade e trabalho em equipe.

Tabela 5: Resultados do Projeto Arduínisse! (Robótica Educacional com Arduino)

| Conteúdo de Física | Ação Desenvolvida | Resultados e Impactos |
|-------------------------|--|---|
| Trabalho e Energia | Montagem de robôs seguidores de linha e coletores. | Estudantes compreenderam a relação entre energia elétrica e energia mecânica nos motores. |
| Força e Movimento | Testes com rodas, engrenagens e atrito em superfícies. | Aplicação prática das Leis de Newton, percepção da importância da força de atrito. |
| Eletricidade e Potência | Montagem de circuitos com LEDs, resistores e motores. | Compreensão de tensão, corrente e potência elétrica em protótipos. |
| Ondas e Som | Uso de sensores ultrassônicos para detecção de obstáculos. | Compreensão do conceito de tempo de propagação e distância. |
| Competências gerais | Projetos cooperativos em equipe. | Desenvolvimento de colaboração, criatividade e pensamento crítico. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A tabela 6 aprofunda os impactos gerados pela robótica sustentável e pela reutilização de lixo eletrônico. Nela, são destacados os conceitos físicos explorados, as ações desenvolvidas e os resultados obtidos, especialmente no que se refere à eficiência energética, automação, consciência ambiental e práticas de economia circular.

Tabela 6: Resultados do Projeto Construtores do Amanhã (Robótica Sustentável e Lixo Eletrônico)

| Conteúdo de Física | Ação Desenvolvida | Resultados e Impactos |
|-------------------------|--|--|
| Trabalho e Energia | Reaproveitamento de motores de sucata em mini-robôs. | Reflexão sobre eficiência energética e economia circular. |
| Circuitos Elétricos | Desmontagem e reaproveitamento de placas eletrônicas. | Estudantes aprenderam a identificar componentes e reaproveitar em novos circuitos. |
| Potência e Corrente | Medição de consumo energético de protótipos com Arduino. | Discussão sobre eficiência energética e impacto ambiental. |
| Programação e Automação | Criação de sistemas com sensores de luz e temperatura. | Aplicação da automação como solução sustentável. |
| Competências gerais | Construção coletiva de protótipos sustentáveis. | Fortalecimento da consciência socioambiental, protagonismo e criatividade. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A tabela 7 apresenta os dados referentes ao terceiro projeto analisado, demonstrando como o trabalho manual, a reutilização de componentes, a segurança elétrica e a economia circular favoreceram o desenvolvimento de habilidades práticas, criativas e socioambientais, ampliando o impacto para além da escola e alcançando a comunidade local.

Tabela 7: Resultados do Projeto de Sustentabilidade (Artesanato com Lixo Eletrônico - Cutrim et al. 2025)

| Conteúdo de Física | Ação Desenvolvida | Resultados e Impactos |
|----------------------------|---|---|
| Energia e Matéria | Separação de materiais eletrônicos e reaproveitamento de peças metálicas e plásticas. | Estudantes compreenderam a transformação de resíduos em novos produtos. |
| Trabalho Manual e Mecânico | Oficinas de criação de artesanatos com sucata eletrônica (chaveiros, enfeites, bijuterias). | Desenvolvimento de habilidades práticas e criativas. |
| Eletricidade e Segurança | Orientações sobre riscos de baterias e circuitos. | Conscientização sobre manuseio seguro de eletrônicos descartados. |
| Economia Circular | Parcerias com empresas para recolhimento de sucata. | Geração de renda complementar e redução do descarte inadequado. |
| Competências gerais | Envolvimento comunitário e feiras de divulgação. | Expansão da consciência ambiental, fortalecimento da identidade cultural e impacto social positivo. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A tabela 8 sintetiza comparativamente os três projetos, permitindo visualizar de forma integrada os conteúdos de Física aplicados, as ações desenvolvidas, os impactos educacionais e os diferenciais de cada proposta. Essa comparação final evidencia que, embora cada projeto possua especificidades, todos convergem para o fortalecimento do protagonismo estudantil, da aprendizagem significativa e da formação cidadã com base nos princípios de inovação, sustentabilidade e interdisciplinaridade.

Tabela 8: Comparação dos resultados dos Projetos Interdisciplinares em Física e Robótica.

| Projeto | Conteúdos de Física Aplicados | Ações Realizadas | Impactos Educacionais | Impactos Sociais e Ambientais | Diferencial |
|---|---|--|---|--|--|
| Arduínisse | Trabalho, energia, força, movimento, potência elétrica, ondas. | Montagem de robôs seguidores de linha, braços robóticos e uso de sensores ultrassônicos. | Maior compreensão das Leis de Newton, energia e eletricidade; engajamento dos alunos. | — | Foco no ensino técnico de Física com experimentação prática. |
| Construtores do Amanhã | Circuitos elétricos, potência, energia, automação, eficiência energética. | Reaproveitamento de sucata eletrônica, construção de protótipos sustentáveis com Arduino, sensores de luz e temperatura. | Desenvolvimento de protagonismo, pensamento crítico e consciência ambiental. | Reutilização de lixo eletrônico, incentivo à economia circular, redução de resíduos. | Integração entre Física + Sustentabilidade + ODS dentro do espaço escolar. |
| Artesanato Sustentável (Cutrim et al. 2025) | Energia, eletricidade, segurança elétrica, trabalho manual. | Oficinas de desmontagem e reutilização de peças para produção de artesanatos (chaveiros, enfeites, bijuterias). | Estudantes e comunidade desenvolvem habilidades práticas e criativas. | Geração de renda, valorização cultural, redução do descarte inadequado. | Expansão para além da escola: impacto comunitário, econômico e cultural. |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

4 DISCUSSÃO

Os resultados apontam que a integração entre Física e Robótica Educacional proporcionou uma aprendizagem mais significativa, conforme previsto nos guias Arduínisse e Construtores do Amanhã. A prática experimental possibilitou que conceitos abstratos, como trabalho, energia e movimento, fossem compreendidos de forma concreta através da construção e manipulação de protótipos.

Na perspectiva socioambiental, a reutilização de lixo eletrônico nos projetos contribuiu para a economia circular e para a conscientização dos estudantes sobre os impactos do descarte inadequado de resíduos. Esse aspecto reforçou o caráter interdisciplinar das atividades, ao integrar conteúdos de Física, Robótica e Educação Ambiental.

Além disso, os dados qualitativos revelaram ganhos significativos nas competências gerais da BNCC, como pensamento crítico, trabalho em equipe e protagonismo. A culminância dos projetos em feiras escolares mostrou-se um espaço de valorização do conhecimento científico e de estímulo à comunicação, aproximando a comunidade escolar de práticas inovadoras e sustentáveis.

Assim, as tabelas evidenciam que os projetos interdisciplinares com metodologias ativas foram capazes de alinhar ensino de Física, robótica e sustentabilidade, tornando o aprendizado mais dinâmico, relevante e transformador.

A análise dos resultados mostra que os projetos não apenas favoreceram o ensino-aprendizagem da Física, mas também promoveram ações concretas ligadas aos ODS. O ODS 4 (Educação de Qualidade) foi central, ao transformar o processo educativo em uma experiência prática e interdisciplinar.

Por meio do ODS 9 (Inovação e Infraestrutura) e do ODS 12 (Consumo Responsável), os estudantes vivenciaram a lógica da economia circular, dando novo uso a materiais que seriam descartados. Isso dialoga diretamente com os impactos sociais e ambientais ressaltados no artigo sobre artesanato com lixo eletrônico.

Já o ODS 13 (Ação Climática) e o ODS 11 (Cidades Sustentáveis) apareceram como consequência prática das atividades, na medida em que os alunos compreenderam como pequenas iniciativas tecnológicas podem reduzir impactos ambientais.

Por fim, o ODS 17 (Parcerias) foi contemplado pelas culminâncias e pela interação entre escola e comunidade, fortalecendo a dimensão social do projeto e mostrando que a sustentabilidade é um esforço coletivo.

O projeto Arduínisse teve como foco o ensino de Física articulado à robótica por meio do uso do Arduino. Os conteúdos de trabalho, energia, força e movimento foram aplicados diretamente nos protótipos de robôs, permitindo que os estudantes percebessem a relação entre a teoria e a prática.

Um dos principais ganhos foi a compreensão experimental das Leis de Newton. Ao montar robôs seguidores de linha, os alunos observaram como a força de atrito influencia no deslocamento, identificando os limites entre movimento uniforme e variações de velocidade. Do ponto de vista da energia, compreenderam a conversão entre energia elétrica e energia mecânica nos motores, além de refletirem sobre perdas energéticas.

O uso de sensores ultrassônicos possibilitou uma vivência aplicada da Física das ondas, com cálculo de distância por tempo de propagação, tema muitas vezes abstrato nos livros didáticos.

Além do aspecto técnico, o projeto promoveu trabalho em equipe, resolução de problemas e criatividade. A culminância em desafios e feiras escolares fortaleceu a autoestima e a comunicação científica dos estudantes.

O Construtores do Amanhã avançou na perspectiva de unir Física, Robótica e sustentabilidade, incorporando o reaproveitamento de lixo eletrônico. Essa integração favoreceu uma aprendizagem interdisciplinar, alinhada aos ODS e à economia circular.

Em termos de Física, destacou-se a análise de circuitos elétricos reaproveitados, o estudo de potência elétrica em protótipos com sensores e a reflexão sobre eficiência energética. Os estudantes tiveram contato direto com resistores, capacitores, LEDs e motores retirados de sucata, compreendendo o funcionamento dos componentes e relacionando com o consumo energético.

Na dimensão prática, a construção de sistemas automatizados (ex.: sensores de luz ou temperatura) permitiu a compreensão da automação sustentável como solução tecnológica para problemas ambientais. Assim, conceitos de Física foram aplicados em contextos reais, aproximando o aprendizado da vivência cotidiana dos alunos.

O projeto também estimulou a consciência socioambiental, sensibilizando sobre os impactos do descarte inadequado de eletrônicos. Ao transformar resíduos em protótipos robóticos, os estudantes se engajaram como protagonistas de um processo de inovação sustentável.

O projeto de artesanato sustentável com lixo eletrônico ampliou a perspectiva dos anteriores ao dialogar diretamente com a comunidade. Aqui, a Física foi mobilizada de forma aplicada ao cotidiano, sobretudo nos conceitos de energia, eletricidade e segurança no manuseio de materiais.

Os estudantes e moradores participaram de oficinas práticas em que aprenderam a desmontar equipamentos, identificar peças metálicas, plásticas e eletrônicas, e reaproveitá-las em artesanatos. A discussão sobre baterias e circuitos também reforçou a importância da segurança elétrica.

Do ponto de vista cultural e social, o projeto representou uma estratégia de geração de renda e valorização da identidade local. A produção de chaveiros, bijuterias e objetos decorativos mostrou que

resíduos podem ser transformados em bens de valor agregado, reforçando a lógica da economia circular e a sustentabilidade ambiental.

Outro impacto significativo foi a contribuição direta para múltiplos ODS, como o ODS 1 (Erradicação da pobreza), ODS 8 (Trabalho decente), ODS 12 (Consumo responsável) e ODS 13 (Ação climática). Dessa forma, a proposta extrapolou a dimensão escolar e consolidou um impacto positivo também econômico e comunitário.

De forma transversal, todos os projetos executados demonstraram que as metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos (ABP) e a cultura *maker*, potencializam o engajamento dos estudantes. A prática experimental, a resolução de problemas e o trabalho em equipe estimularam competências fundamentais para o século XXI, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e protagonismo juvenil. Além disso, a culminância dos projetos em feiras científicas e exposições públicas valorizou a comunicação científica e reforçou o vínculo entre escola e comunidade.

Os projetos interdisciplinares executados, impactaram positivamente a aprendizagem dos estudantes, tornando a Física mais significativa e contextualizada, promoveram o protagonismo juvenil por meio da autonomia na criação de protótipos e ampliaram a consciência socioambiental ao integrar a sustentabilidade como eixo norteador. Os resultados confirmam que a articulação entre Física, Robótica e Sustentabilidade é um caminho promissor para a formação de cidadãos críticos, inovadores e comprometidos com os desafios contemporâneos.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar a relevância de projetos interdisciplinares e metodologias ativas aplicados ao ensino de Física e Robótica, tomando como base três experiências distintas: Arduínisse, Construtores do Amanhã e Artesanato Sustentável. A análise permitiu constatar que tais práticas têm potencial significativo para transformar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, contextualizado e próximo da realidade dos estudantes.

O objetivo geral, que consistia em investigar o impacto dessas metodologias na aprendizagem significativa, no protagonismo estudantil e na conscientização socioambiental, foi plenamente atendido. Os projetos demonstraram que, quando a Física é ensinada de forma prática e integrada à Robótica, os alunos conseguem compreender conceitos complexos como energia, trabalho, movimento e eletricidade de maneira mais clara e envolvente.

Além disso, o caráter interdisciplinar e a conexão com a sustentabilidade ampliaram os horizontes educacionais, promovendo não apenas o desenvolvimento cognitivo, mas também socioemocional e social. O Arduínisse destacou-se pela aplicação técnica dos conteúdos de Física na

Robótica; o Construtores do Amanhã incorporou a sustentabilidade e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), alinhando ciência e cidadania; e o Artesanato Sustentável levou a aprendizagem para além dos muros da escola, alcançando a comunidade com impactos econômicos, culturais e ambientais.

Os resultados evidenciam que as metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e a cultura *maker*, favorecem o protagonismo juvenil, o pensamento crítico e a criatividade. Ademais, fortalecem o vínculo entre escola e sociedade, mostrando que o espaço escolar pode ser um ambiente de inovação, responsabilidade socioambiental e transformação social.

Conclui-se, portanto, que a integração entre Física, Robótica e Sustentabilidade é um caminho promissor para o ensino contemporâneo, capaz de formar não apenas alunos mais engajados e competentes academicamente, mas também cidadãos preparados para enfrentar os desafios de um mundo em constante transformação.

REFERÊNCIAS

- BADELEH, A. The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics. *Educ Inf Technol* 26, 1353–1365, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09972-6>
- CAKIR, N., & GUVEN, G. Enhancing engineering design, scientific creativity, and decision-making skills in prospective science teachers through engineering design-based robotics coding applications. *Research in Science & Technological Education*, 1–26, 2025. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2456778>
- CHING, Y., YANG, D., WANG, S., BAEK, Y., SWANSON, S., & CHITTOORI, B. Elementary School Student Development of STEM Attitudes and Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum. *TechTrends* 63, 590–601, 2019. <https://doi.org/10.1007/S11528-019-00388-0>
- CUTRIM, S. P.; MARTINS, W. A.; CUNHA, D. A. dos S. Alternativas sustentáveis para a elaboração de artesanatos utilizando lixo eletrônico como forma de geração de renda em comunidade maranhense. *Revista Livre De Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 10(2), 133–144, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14974737>
- DARMAWANSAH, D., HWANG, G., CHEN, M., & LIANG, J. Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *IJ STEM Ed* 10, 12, 2023. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>
- DE OLIVEIRA, V. J.; DA SILVA, C. R.; DA SILVA, J. P.; DE REZENDE E SILVA, D. A.; DE OLIVEIRA, L. C. S. Aprendizagem baseada em projetos: o aluno como protagonista do aprendizado. *ARACÊ*, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 30790–30803, 2025. <https://doi.org/10.56238/arev7n6-100>
- FREITAS, E., DA SILVA, C., MACHADO, P., MOREIRA, M., & MOREIRA, P. Low-Cost Automated Vegetable Garden: Integrating Educational Robotics in High School. *Revista De Gestão - RGSA*, 18(7), e08357, 2024. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n7-167>
- KANAKI, K., CHATZAKIS, S., & KALOGIANNAKIS, M. Fostering Algorithmic Thinking and Environmental Awareness via Bee-Bot Activities in Early Childhood Education. *Sustainability*, 17(9), 4208, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17094208>
- LATHIFAH, A., BUDIYANTO, C., & YUANA, R. The contribution of robotics education in primary schools: Teaching and learning. *AIP Conf. Proc.* 2194, 020053, 2019. <https://doi.org/10.1063/1.5139785>
- LLANOS-RUIZ, D., AUSÍN-VILLAVERDE, V., & ABELLA-GARCÍA, V. Interpersonal and Intrapersonal Skills for Sustainability in the Educational Robotics Classroom. *Sustainability*, 16(11), 4503, 2024. <https://doi.org/10.3390/su16114503>
- MORAITI, I., FOTOGLOU, A., & DRIGAS, A. Coding with Block Programming Languages in Educational Robotics and Mobiles, Improve Problem Solving, Creativity & Critical Thinking Skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 16(20), pp. 59–78, 2022. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i20.34247>

MALTA, D. P. L. N.; NETO, J. S. S.; CARDOSO, M. S. F.; CABRAL, A. R. S.; DA COSTA, T. R.; FRANÇA, E. F. Robótica gamificada: um caminho eficaz para o ensino de programação no ensino fundamental. ARACÊ, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 2519–2535, 2024. <https://doi.org/10.56238/arev6n2-122>

MARINHO, J. R.; LIMA, C. F.; CORDEIRO, J. S.; RODRIGUES, J. S. M.; ANTUNES, M. M. S.; GUIMARÃES, R. B. N.; DOS SANTOS, S. A.; DA CRUZ, T. M. Robótica educacional e cultura maker na escola pública. ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 29380–29397, 2025. <https://doi.org/10.56238/arev7n6-022>

NGUGI, M., MAINA, M., & BYRNE, A. The Impact of Robotic Activities on Secondary School Students' Interest in Physics in Kenya. International Journal of Computer Applications Technology and Research 12(1), 53-59, 2023,. <https://doi.org/10.7753/ijcatr1201.1008>

PEREIRA, S. M. J.; SANTOS, S. M. A. V.; FRANQUEIRA, A. S.; PORTES, C. S. V.; DE CARVALHO, J. S.; DE SOUZA, L. V. S.; DE OLIVEIRA, R. O.; FEITOSA, V. C. A. Práticas pedagógicas e metodologias ativas no ensino em tempo integral: a conexão entre teoria e prática. ARACÊ, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 8597–8614, 2024. <https://doi.org/10.56238/arev6n3-252>

POU, A., CANALETA, X., & FONSECA, D. Computational Thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning. Sensors (Basel, Switzerland), 22(10), 3746, 2022. <https://doi.org/10.3390/s22103746>

SCARPIN, E. J.; CARDOSO, A. S.; DA SILVA, M. C. C. T.; MAIA, E. A.; DEMUNER, J. A. Aprendizagem que inspira: metodologias ativas em ação. ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 7892–7909, 2025. <https://doi.org/10.56238/arev7n2-195>

SENA, G., MESQUITA, L., MONTEIRO, M., MUNIZ, J., & DE FREITAS OLIVEIRA, A. Robotics in the teaching of physics: a project based approach. Education and New Developments, 483-487, 2019. <https://doi.org/10.36315/2019v1end110>