

TECNOLOGIA ACESSÍVEL E SUSTENTÁVEL NA EDUCAÇÃO: EXPERIÊNCIAS DA ROBÓTICA ALTERNATIVA EDUCACIONAL

ACCESSIBLE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGY IN EDUCATION: EXPERIENCES OF EDUCATIONAL ALTERNATIVE ROBOTICS

Elender Keuly de Souza

ORCID 0000-0002-3139-8520

Grupo de Pesquisa em Tecnologias da
Informação e Comunicação na Amazônia
GPTICAM

Instituto Federal do Amapá, IFAP
Macapá, Brasil

elendersouza@yahoo.com.br

Klenilmar Lopes Dias

ORCID 0000-0003-2769-3647

Grupo de Pesquisa em Tecnologias da
Informação e Comunicação na Amazônia
GPTICAM

Instituto Federal do Amapá, IFAP
Macapá, Brasil

klenilmar.dias@ifap.edu.br

Resumo. Este artigo aborda a importância da Robótica Educacional (RE) no contexto escolar, destacando a relevância da Robótica Alternativa Educacional (RAE). A motivação surge da limitação da aplicação da RE devido aos custos elevados dos kits educacionais convencionais, como Lego NXT e Mindstorms. A escassez de componentes e sensores adequados dificulta o desenvolvimento de experimentos avançados, requerendo investimento adicional. Essa situação é um desafio para quem deseja usar a robótica como ferramenta de ensino em todos os níveis educacionais. O artigo apresenta dois projetos que exploram a interseção entre educação, materiais reciclados, sucata eletrônica, tecnologia, cultura Maker e gamificação. Esses projetos desafiaram os alunos a aplicar o conceito de STEAM na construção de protótipos de robôs. Destacamos que os alunos obtiveram resultados significativos em feiras de ciências, torneios nacionais e internacionais de robótica. O trabalho busca abordar os desafios enfrentados pela RE, oferecendo soluções inovadoras e acessíveis para promover a integração da robótica no ambiente educacional através da RAE. A aplicação das metodologias da cultura Maker e gamificação enriquece a experiência dos alunos, incentivando o desenvolvimento de habilidades relevantes e a promoção do conceito STEAM.

Palavras-chave: Aprendizado Criativo; Educação Inclusiva; Educação Sustentável; Ensino Colaborativo; Inovação Pedagógica.

Abstract. This article addresses the importance of Educational Robotics (ER) in the school context, emphasizing the relevance of Alternative Educational Robotics (AER). The motivation stems from the limitation of ER application due to the high costs of conventional educational kits, such as Lego NXT and Mindstorms. The shortage of suitable components and sensors hinders the development of advanced experiments, requiring additional investment. This situation poses a challenge for those who wish to use robotics as a teaching tool at all educational levels. The article presents two projects that explore the intersection of education, recycled materials, electronic waste, technology, Maker culture, and gamification. These projects challenged students to apply the STEAM concept in building robot prototypes. It is worth noting that students achieved significant results in science fairs, national, and international robotics tournaments. The work aims to address the challenges faced by ER, providing innovative and accessible solutions to promote the integration of robotics into the educational environment through AER. The application of Maker culture and gamification methodologies enriches the students' experience, encouraging the development of relevant skills and the promotion of the STEAM concept.

Keywords: Creative Learning; Inclusive Education; Sustainable Education; Collaborative Teaching; Pedagogical Innovation.

1. INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional (RE) tem ganhado crescente destaque nas escolas do Brasil e do mundo, sendo integrada tanto ao currículo escolar quanto às atividades extracurriculares.



Desempenhando um papel fundamental, ela promove o uso da tecnologia, incentiva a integração social, fomenta a inclusão digital e estimula a multidisciplinaridade (Zhang et al., 2021).

O surgimento da RE remonta à década de 1960, quando Seymour Papert iniciou seus estudos no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e criou o ambiente LOGO (Santos & Silva, 2020). Nessa abordagem, inspirada principalmente na Teoria Construtivista de Jean Piaget (1896-1980) (Sanchis & Mahfoud, 2010), Papert elaborou a filosofia de aprendizagem Construcionista. Seu objetivo é utilizar 'objetos-de-pensar' e criar 'ambientes genuinamente cativantes' (Papert, 1994), também chamados pelo autor de micromundos. Neles, os alunos, de todas as faixas etárias, são responsáveis por sua própria aprendizagem, com a mediação do professor.

Considerando essa perspectiva, a RE desempenha um papel crucial como uma ferramenta promissora, permitindo a concepção de artefatos com significado relevante para os alunos (Schlemmer, 2021). No entanto, é importante destacar que a acessibilidade da RE é limitada devido aos custos elevados dos kits educacionais, como o Lego NXT e Mindstorms. Além disso, a escassez de componentes e sensores adequados dificulta o desenvolvimento de experimentos avançados, exigindo investimento financeiro adicional. Essa situação representa um desafio significativo para aqueles que buscam utilizar a robótica como ferramenta de ensino em todos os níveis educacionais (Chin et. al, 2014; Oliveira et. al, 2021).

Para superar essa necessidade, é essencial buscar alternativas acessíveis e criativas, como a robótica construída a partir de sucata eletrônica e materiais alternativos. A inovação nesse contexto reside na aplicação de técnicas engenhosas para transformar materiais descartados em soluções tecnológicas funcionais. Essa abordagem não apenas proporciona uma solução economicamente viável, mas também valoriza e respeita a sustentabilidade ambiental, contribuindo para o meio ambiente por meio da coleta e reutilização de materiais descartados na construção de projetos e robôs. Essa perspectiva não se limita apenas a aspectos econômicos, mas incorpora também uma consciência ambiental e social, impulsionando a transformação positiva na sociedade.

Adicionalmente, é essencial promover a elaboração de propostas embasadas na abordagem das metodologias (Cri)ativas (Filatro & Cavalcanti, 2022), as quais envolvem uma prática pedagógica centrada na ação-reflexão e na participação ativa dos alunos. Isso incentiva a investigação, a criação e a resolução de problemas, bem como a conexão, o compartilhamento de ideias e opiniões, e a exploração de um caminho de descobertas (Morán, 2020).

Dentro deste contexto, o presente trabalho visa abordar a limitada acessibilidade da RE, em virtude dos custos elevados dos kits educacionais convencionais, como Lego NXT e Mindstorms, e a escassez de componentes e sensores adequados para experimentos avançados, que representam um desafio significativo para sua integração como ferramenta de ensino em todos os níveis educacionais. O objetivo principal é ampliar as possibilidades de aplicação da RE ao integrar metodologias (Cri)ativas, apresentando a Robótica Alternativa Educacional (RAE). Definimos a RAE como uma abordagem inovadora que utiliza sucata eletrônica e materiais alternativos na construção de robôs, visando superar barreiras econômicas e tornar a robótica mais acessível, especialmente para alunos do ensino fundamental II e médio em escolas da Rede Pública de Ensino na cidade de Macapá – AP. Além disso, a RAE incorpora uma perspectiva sustentável ao valorizar a reutilização de materiais, contribuindo para a promoção da sustentabilidade ambiental. O enfoque central deste estudo é relatar experiências bem-sucedidas da aplicação da RAE nessas escolas e promover a acessibilidade à robótica por meio de práticas pedagógicas significativas, com a cultura maker e a gamificação, que não apenas transformam positivamente a experiência educacional, mas também impactam de maneira sustentável a sociedade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Uslu, Yavuz e Usluel (2022) conduziram um estudo de revisão sistemática sobre a Robótica Educacional (RE) e robôs. Como destacado pelos autores, a RE está em ascensão, exercendo uma influência significativa no ensino científico e tecnológico em todos os níveis educacionais. Ela proporciona atividades práticas e envolventes, contribuindo para um ambiente educacional atrativo (Castilho, 2002). A abordagem da RE busca estimular o interesse e a curiosidade dos estudantes.

Historicamente, a teoria de aprendizagem que fundamenta o papel da RE é o construtivismo (Bruner, 1997; Ginsburg, 1988; Piaget, 1970). Os princípios construtivistas de Jean Piaget destacam que a aprendizagem é um processo ativo de construção de conhecimento baseado em experiências do mundo real, vinculado ao conhecimento prévio do indivíduo (Piaget, 1970). A manipulação de artefatos, segundo Piaget, é fundamental para a construção do conhecimento infantil (Piaget & Merlone, 1976).

Hof (2021) investigou como, na década de 1960, modelos animais eletrônicos e programáveis se tornaram ferramentas para explorar a mente humana, com base em epistemologia histórica e modelagem científica. O estudo analisou a influência das máquinas na compreensão do processo de aprendizagem e como o conceito de aprendizagem orientou o desenvolvimento de novas tecnologias. Com foco em Seymour Papert, um defensor da teoria construtivista de Jean Piaget, que desenvolveu software educacional baseado na tartaruga LOGO, foram utilizadas fontes como materiais de arquivo e publicações. A pesquisa destacou a estreita relação entre inteligência artificial, construtivismo e tecnologia educacional, beneficiando-se da transformação cultural da época.

Medeiros Filho e Gonçalves (2008) abordaram, no passado, o uso crescente de tecnologias no ensino, com ênfase na robótica educacional. Diante da limitação da implementação generalizada no Brasil devido ao alto custo dos equipamentos, os autores desenvolveram um trabalho que propunha uma solução de baixo custo para integrar a robótica educacional nas escolas brasileiras. Criaram um robô acessível, utilizando a placa GogoBoard e materiais reciclados, resultando em um protótipo com custo 20 vezes inferior aos produtos comerciais.

O trabalho de Alimisis (2019) trata do currículo de formação de professores no projeto ERASMUS+. O foco é nas metodologias construtivistas e em princípios de aprendizagem baseados em projetos, implementados no projeto ROBOESL (Alimisi, 2016). Visando fortalecer o papel dos professores, foi proposto um currículo para capacitá-los nas competências técnicas e pedagógicas necessárias para integrar tecnologias robóticas na escola. O objetivo era enriquecer as atividades de ensino com a robótica, possibilitando que os professores desenvolvessem suas próprias atividades, seguindo abordagens pedagógicas inovadoras e construtivistas, centradas no aluno.

Explorando o uso de robôs como ferramenta cognitiva, Kachisa e Gustavsson (2019), que adotam a abordagem construtivista em seu trabalho, apresentam um arcabouço teórico, áreas-chave de pesquisa e exemplos práticos. O estudo aborda a aplicação de robôs em situações de aprendizado prático, discutindo desafios e benefícios associados, tanto em ambientes acadêmicos quanto na indústria.

D'Amico, Guastella e Chella (2020) apresentaram um sistema lúdico de aprendizagem experimental com robótica educacional em seu artigo. O estudo abordou a aplicação da robótica educacional para aprimorar a aprendizagem em duas turmas de uma escola secundária superior e duas de uma inferior. As aulas envolveram tópicos de física do movimento e geografia, dividindo cada série em um “grupo experimental” utilizando robótica e aprendizagem cooperativa, e um “grupo de controle”, estudando os mesmos conceitos sem robôs. Os resultados indicaram que as aulas com robótica e aprendizagem cooperativa foram mais eficazes, evidenciadas por um melhor entendimento dos conceitos e maior participação

nas atividades pelos alunos nos grupos experimentais em comparação com os grupos de controle.

A pesquisa de Vicente, Zapatera Llinares e Montes Sanchez (2021) buscou estabelecer um método genérico para desenvolver projetos STEAM alinhados aos currículos, testando-o experimentalmente na Educação Primária. O método foi aplicado nos currículos do 4º, 5º e 6º ano na Espanha, identificando 11 áreas de oportunidade para projetos STEAM. A área de “Sustentabilidade” foi escolhida, resultando em um projeto de robótica educacional com uma cidade simulada. A experiência, conduzida com 30 alunos do 5º ano, demonstrou grande interesse e desempenho satisfatório.

Freidemberg e Nicola (2021) investigaram o uso da Robótica Educacional para facilitar o ensino de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental, visando superar desafios enfrentados pelos alunos nesse contexto. O estudo, baseado em uma revisão bibliográfica qualitativa, buscou analisar o impacto prático da robótica nas aulas de matemática, destacando sua capacidade de transformar a interpretação dos conteúdos matemáticos. Os autores enfatizaram que a Robótica Educacional, ao integrar tecnologia e educação, pode tornar as aulas mais atrativas e lúdicas, sendo crucial o papel do educador na criação de condições para que os alunos aprendam a aprender.

Chronis e Varlamis (2022) propuseram o FOSSBot, um robô educacional de código aberto e design aberto, como uma alternativa acessível e adaptável para atender diversas faixas etárias na educação STEM. O projeto, caracterizado por baixo custo, impressão 3D e software unificado, buscava superar desafios financeiros e limitações de soluções comerciais. Detalhes sobre peças, componentes eletrônicos e a flexível pilha de software foram apresentados, destacando a capacidade de suportar diferentes níveis de habilidade em programação. O FOSSBot implementou princípios de integração contínua e implantação, permitindo atualizações fáceis. Embora em estágios iniciais de desenvolvimento, o robô demonstrou grande potencial, com planos futuros de avaliações em escolas e comparações com plataformas contemporâneas.

Em resumo, as análises dos estudos destacam a prevalência da abordagem construtivista como alicerce teórico para a Robótica Educacional (RE). Desde a pesquisa histórica de Hof (2021) até propostas contemporâneas como o FOSSBot de Chronis e Varlamis (2022), fica evidente o papel central do construtivismo no fomento da participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

Uma particularidade identificada é a escassez de iniciativas que explorem o uso de materiais reciclados, como o lixo eletrônico urbano, na fabricação de robôs para a robótica educacional. No passado, Medeiros Filho e Gonçalves (2008) reconheceram a necessidade de soluções de baixo custo para contornar as restrições financeiras no Brasil, apresentando um projeto que incorpora materiais reciclados, como sucata de impressoras. Essa abordagem inovadora, embora menos difundida, representa uma oportunidade valiosa para fomentar práticas sustentáveis e conscientizar os estudantes sobre a importância da reciclagem e da reutilização de recursos no contexto da educação tecnológica. À medida que avançamos, explorar ainda mais essa vertente no desenvolvimento de iniciativas que integrem efetivamente educação tecnológica, sustentabilidade e acessibilidade se revela uma perspectiva promissora.

3. METODOLOGIA E PARTICIPANTES

Este relato de experiência (Mussi et al., 2021) descreve as vivências durante a aplicação da metodologia da RAE em duas escolas da Rede Pública de Ensino da cidade de Macapá – AP, no período de 2018 até 2022. O propósito é destacar os resultados alcançados e os impactos observados, descrevendo as atividades realizadas e evidenciando a metodologia adotada, assim como as estratégias empregadas para promover a melhoria do ensino.



A abordagem metodológica baseou-se nas Metodologias (Cri)ativas (Filatro & Cavalcanti, 2022), valorizando a criatividade e favorecendo a (co)criação. Em outras palavras, promovem a expressão tangível da aprendizagem criada pelos alunos como resultado da construção de conhecimentos e desenvolvimento de competências (Dias et al., 2023).

Foram aplicados dois métodos distintos para a abordagem metodológica:

a) Movimento Maker: uma perspectiva ativa de aprendizagem centrada no conceito de aprendizagem experiencial, onde os alunos participam ativamente de todo o processo de fabricar um objeto com as próprias mãos, enfatizando a relevância do aprender fazendo, a projeção e construção de artefatos.

b) Gamificação: uma perspectiva ativa que se baseia na ação de pensar como em um jogo, utilizando as sistemáticas e mecânicas do ato de jogar em um contexto fora de jogo. Os alunos são envolvidos, trazendo elementos lúdicos para o processo de aprendizagem.

O desenvolvimento da parte empírica deste trabalho foi realizado em colaboração com dois grupos distintos de alunos, compostos por estudantes de escolas da rede pública de ensino da cidade de Macapá – AP. No total, foram conduzidos dois projetos diferentes, sendo cada um aplicado em um dos grupos mencionados.

A Tabela 1 apresenta o nome dos projetos, o método utilizado em cada um, as escolas envolvidas e os grupos de alunos nos quais cada projeto foi aplicado.

Tabela 1. Projetos da Robótica Alternativa Educacional (RAE) aplicados em duas escolas de diferentes níveis de ensino.

PROJETOS	MÉTODO	ESCOLA	GRUPO DE ALUNOS
Contribuições para a inclusão e sustentabilidade na educação	Movimento <i>Maker</i> e Gamificação	E.E Profª Esther da Silva Virgolino	Ensino médio e Técnico (44 alunos)
Disseminação de boas práticas	Movimento <i>Maker</i> e Gamificação	E.E Profº Nilton Balieiro Machado	9º ano – fundamental II (39 alunos)

Os participantes do projeto foram devidamente informados sobre os objetivos, procedimentos, possíveis riscos e benefícios, e tiveram a oportunidade de assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com sua participação no estudo.

4. ROBÓTICA ALTERNATIVA EDUCACIONAL: RELATOS DE EXPERIÊNCIA

Nesta seção, serão apresentados dois projetos que exploram a interseção entre educação, materiais reciclados, sucata eletrônica e tecnologia por meio da RAE. Embora cada projeto tenha uma abordagem distinta de acordo com seu foco específico, todos compartilham o uso da metodologia da RAE como base para promover a inovação educacional, o engajamento dos alunos, o desenvolvimento de habilidades relevantes, a inclusão e a sustentabilidade na educação.

Projeto – Contribuições para a inclusão e sustentabilidade na educação

A robótica na educação é frequentemente associada ao ensino técnico profissionalizante, mas também é vista como uma atividade lúdica realizada por entusiastas (Anwar et al., 2019). No entanto, a percepção de que a robótica educacional é cara limita sua aplicação em diversos contextos educacionais.

Nas escolas públicas, uma alternativa para contornar os altos custos dos kits de robótica, como o LEGO Mindstorms, uma linha específica para a área de educação tecnológica, é adotar kits de robótica livre baseados na placa Arduino Uno (Rossi & Aragón, 2022). No entanto, essa opção ainda enfrenta desafios, como a falta de recursos financeiros, infraestrutura adequada e capacitação dos professores. Para superar esses desafios, é necessário investimento e



implementação de políticas públicas que visem democratizar a robótica educacional, proporcionando oportunidades igualitárias de aprendizado e desenvolvimento para estudantes em todo o país.

Este primeiro projeto teve como objetivo principal explorar a possibilidade de que escolas, professores e alunos possam contribuir para o processo de ensino-aprendizagem por meio do conhecimento teórico e prático da RAE. Além disso, o projeto desenvolveu a prática da RAE mesmo com recursos financeiros limitados, colaborando especificamente com o ensino e aprendizagem em diversas áreas do conhecimento. Isso foi realizado por meio da construção de protótipos de robôs autônomos utilizando lixo eletrônico (Teixeira et al., 2018). O projeto enfatizou a coleta seletiva de lixo tecnológico urbano para ajudar o meio ambiente, promover a investigação científica, desenvolver projetos envolvendo robôs, lógica e linguagens de programação, e outras iniciativas relacionadas à prática da RAE (Anwar et al., 2019).

O projeto envolveu 44 alunos em papéis específicos: seis monitores dedicados ao Marabots e três responsáveis pela administração do canal, enquanto os demais foram divididos em grupos para participar de projetos e competições de robótica. Ao longo de três anos, os alunos participaram de forma progressiva, começando como alunos no primeiro ano, avançando para a posição de Monitor I no segundo ano e, por fim, assumindo o papel de Monitor II no terceiro ano. Essa rotação estruturada proporcionou uma formação abrangente e contínua, preparando-os para as diversas atividades realizadas em cada etapa do projeto.

A Tabela 2 sintetiza as informações acerca da rotação dos alunos ao longo dos três anos, correlacionando-as com as atividades específicas realizadas em cada ano.

Tabela 2. Rotação dos alunos e atividades ao longo do projeto.

ANO	PAPEL	ATIVIDADES
1	Aluno	Oficinas de robótica e aulas sobre competições
2	Monitor I	Desenvolvimento de projetos e robôs de combate
3	Monitor II	Formação de equipes para participação em competições

A base do projeto reside na seleção cuidadosa de sucata, um processo conduzido por coleta seletiva. Para tornar essa etapa mais dinâmica e educativa, o professor, com experiência em eletrônica básica, transformou a desmontagem de equipamentos eletrônicos, como impressoras e computadores, em uma atividade gamificada denominada Missão Tesouro Eletrônico.

A Tabela 3 oferece uma visão abrangente das regras e da descrição da atividade gamificada, proporcionando uma compreensão completa da estrutura da atividade e das dinâmicas envolvidas. O objetivo é facilitar a replicação bem-sucedida desse modelo em outras instituições educacionais.

Tabela 3. Detalhes da atividade gamificada Missão Tesouro Eletrônico.

ATIVIDADE GAMIFICADA: MISSÃO TESOURO ELETRÔNICO	
Objetivo	Transformar o processo de desmontagem em uma emocionante busca por Tesouros Eletrônicos, destacando itens valiosos e essenciais para o projeto.
Regras	Descrição
Checklist do Tesouro	Os alunos recebem um checklist do tesouro que destaca componentes específicos, como circuitos eletrônicos e motores.
Pontuação por Tesouro	Cada item marcado no checklist ganha pontos, com diferentes valores atribuídos aos componentes mais valiosos.
Desafios Bônus	Responder perguntas sobre eletrônica básica concede ‘Chaves do Conhecimento’, permitindo aos alunos multiplicar suas pontuações ou ganhar vantagens especiais.
Tempo de Expedição	A atividade tem um tempo limite, tornando-a uma emocionante corrida contra o relógio para encontrar todos os tesouros.

Essa atividade gamificada não apenas tornou a desmontagem mais envolvente, mas também destacou a importância de itens específicos, alinhando-se com o checklist e promovendo uma abordagem mais estratégica na seleção de materiais, proporcionando uma abordagem lúdica ao aprendizado.

Ressalta-se que a tecnologia desperta curiosidade em diferentes faixas etárias, e seu uso na educação foi ampliado durante a pandemia (de Vasconcelos Soares & Colares, 2020; Geloch et al., 2023). A preocupação com a destinação dos equipamentos obsoletos é uma questão social e ambiental. A escola desempenha um papel importante ao desenvolver projetos que combinam aprendizagem dos alunos e preservação do meio ambiente, como a utilização de equipamentos descartados como fonte de energia para robôs educativos.

É necessário considerar que muitos desses equipamentos não possuem destino adequado ou logística reversa (Azevedo, 2015), o que pode causar danos à saúde e ao meio ambiente devido a substâncias tóxicas. A partir dessa preocupação com o descarte incorreto de materiais eletrônicos e a necessidade de promover a inclusão de estudantes de baixa renda, surge a robótica construída com sucata eletrônica e materiais alternativos. Essa abordagem inovadora se apresenta como um modelo alternativo, permitindo não apenas a redução dos custos das práticas educacionais, mas também a melhoria da qualidade do ensino dos alunos e o respeito pela TI verde, contribuindo assim para a inclusão e sustentabilidade na educação.

A seguir, é possível observar o mosaico na Figura 1, ilustrando o descarte inadequado de impressoras em espaços urbanos, contrastando com a atividade em que os alunos participantes do projeto coletavam e desmontavam o lixo eletrônico de maneira responsável para aproveitar suas peças.

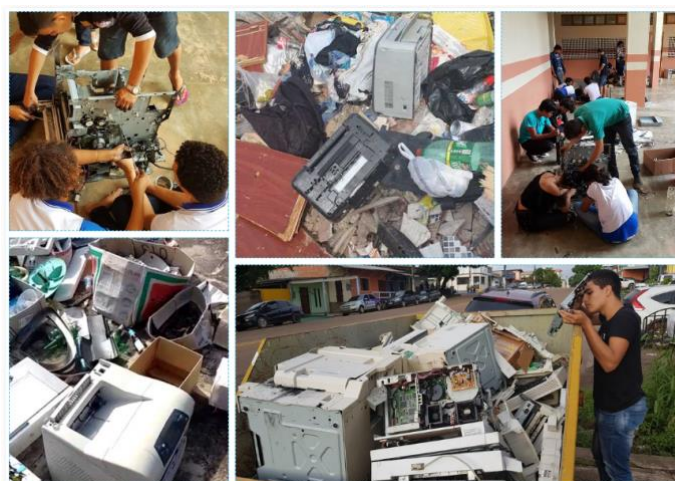


Figura 1. Lixo eletrônico: alunos coletando e desmontando as máquinas.

Fonte: Os autores.

Isso ressalta a gravidade do descarte inadequado e a postura proativa dos alunos, que atuaram como agentes de mudança ao reutilizar peças de forma criativa, evidenciando sua consciência ambiental e compreensão da economia circular (Azevedo, 2015).

A eficiência na escolha de materiais foi aprimorada com a utilização de checklists, destacando a preferência por equipamentos contendo circuitos eletrônicos e motores. A sucata necessária foi obtida através de assistências técnicas e doações voluntárias na própria escola.

A coleta da sucata geralmente ocorria aos sábados pela manhã, seguida por um imediato processo de desmontagem. O armazenamento e teste dos materiais foram realizados no espaço maker da escola, garantindo um ambiente adequado e propício para as atividades subsequentes.

A execução prática do projeto demandou não apenas o uso do espaço maker com atividade gamificada, mas também a adoção de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para garantir a segurança durante os processos de desmontagem e montagem. Ferramentas comuns, tais como chave de fenda, Philips, martelo, alicate, serra, morsa e furadeira, mostraram-se essenciais para a realização eficaz do trabalho.

Além das habilidades técnicas, a abordagem multidisciplinar se mostrou fundamental. Um professor que deseje se envolver nesse tipo de projeto precisa adquirir conhecimentos em diversas áreas para garantir o sucesso da empreitada.

A montagem final dos robôs seguiu rigorosamente as regras das competições, utilizando sucata e materiais alternativos devido à ausência de recursos financeiros na escola. Essa abordagem não apenas enfatizou a sustentabilidade, mas também destacou a criatividade e a resiliência dos participantes na busca por soluções inovadoras.

Na Figura 2, etapa específica de montagem, é possível observar o processo de construção da parte elétrica e a elaboração do protótipo do robô de sumô, onde os alunos desenvolveram e aplicaram os princípios da cultura maker. Os alunos demonstraram o engajamento direto nesse momento do projeto.



Figura 2. Construção Integrada do Robô - Etapas: Construindo Robô, Construindo a Parte Elétrica e Protótipo. Fonte: Os autores.

Na Figura 3, são apresentados modelos de robôs já finalizados, evidenciando o resultado desse envolvimento no processo de criação.

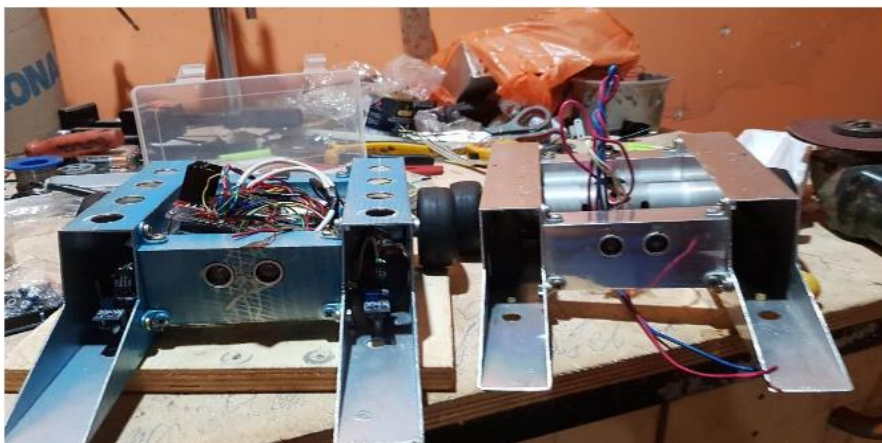


Figura 3. Construção Integrada do Robô - Etapas: Construindo Robô,

Construindo a Parte Elétrica e Protótipo. Fonte: Os autores.

Utilizando materiais recicláveis e sucata eletrônica, os alunos foram desafiados a aplicar o conceito de STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) na construção de protótipos de robôs (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Essa abordagem interdisciplinar permitiu que os estudantes explorassem diferentes áreas do conhecimento, integrando conceitos de física, eletrônica, programação, design e trabalho em equipe.

Além de participarem de competições de robótica, os projetos desenvolvidos pelos alunos também foram expostos em feiras de ciências, proporcionando um ambiente de aprendizagem dinâmico e estimulante, onde a criatividade, a inovação e a resolução de problemas desempenharam um papel fundamental.

Os alunos alcançaram resultados significativos para a escola e o estado do Amapá, incluindo o primeiro lugar na Feira de Ciências e Engenharia do Estado Amapá (FECEAP-2018), bem como o tetracampeonato no TJR (Torneio Juvenil de Robótica) e no ITR (Internacional Tournament of Robots), nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021. Em 2022, conquistaram os primeiros lugares no FIRA (Federação Internacional de Robótica Avançada) Brasil, uma etapa do FIRA Robo World Cup, além de participarem de eventos nacionais e internacionais de luta de robôs.

A Figura 4 mostra os resultados obtidos pelos alunos, destacando o impacto alcançado para o estado do Amapá.



Figura 4. Resultados obtidos. Fonte: Os autores.

Para alcançar os resultados, foram adotadas metodologias (Cri)ativas que priorizam a preservação do meio ambiente e a aprendizagem significativa (Filatro & Cavalcanti, 2022). O projeto também se fundamentou nos princípios do Movimento Maker, estimulando a autonomia dos alunos e abordando temas como inovação, sustentabilidade e inclusão social por meio da educação (Batista et al., 2021; Lazaretti et al., 2021).

Inspirados no entendimento de Paulo Freire, que enfatiza a autonomia como fundamental no processo de ensino-aprendizagem, incorporamos esse princípio à estrutura do projeto. Dessa forma, procuramos estabelecer um ambiente em que os estudantes possam desfrutar de liberdade e independência para explorar, questionar e construir conhecimento por conta própria (Brighente & Mesquida, 2016).

Os resultados obtidos foram positivos, mostrando que essa abordagem proporcionou não só o desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas também momentos agradáveis e inesquecíveis de aprendizagem. Assim, essa iniciativa mostrou-se uma alternativa viável para promover a inclusão e o aprendizado de maneira sustentável.

Empolgados com os resultados iniciais, os alunos não só atingiram o objetivo educacional, que é o foco principal da pesquisa, mas também propuseram mais dois objetivos: o objetivo cultural, representado pelo projeto de Dança de Robôs no Meio do Mundo, e o objetivo social, alcançado por meio do projeto Café com Robótica AP.

O primeiro objetivo fez referência ao contexto do Marabaixo em Macapá e teve como objetivo apresentar a cultura do povo amapaense, incluindo essa manifestação cultural. Os alunos integraram tecnologia, cultura e história por meio da dança, com o grupo 'MARABOTS'. É importante ressaltar que o objetivo desse grupo é apresentar e divulgar o Marabaixo por meio da RAE, utilizando robôs construídos com lixo eletrônico. Acreditamos que esse projeto pode estimular discussões e práticas de uso dos robôs construídos com lixo eletrônico, dança e teatro para educação STEAM (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019) nas comunidades de ciência, arte e educação (BARNES et al., 2020). O grupo conquistou o primeiro lugar na categoria de dança no TJR-2021, representando o estado e a escola. A Figura 5 ilustra uma apresentação dos alunos executando dança de roda, canto e percussão junto aos robôs do grupo MARABOTS.



Figura 5. Grupo MARABOTS: robôs construídos com lixo eletrônico. Fonte: Os autoes.

O segundo objetivo tinha como propósito desenvolver a comunicação oral e promover o protagonismo individual e coletivo dos alunos por meio de episódios, relatos e entrevistas abordando temas de inclusão, educação ambiental e tecnologia, todos direcionados para a RAE. Dessa forma, a ênfase foi na parte social e na comunicação dos alunos.

A Figura 6 exhibe a interface do canal Café com Robótica AP no YouTube do projeto.



#CafecomRobótica Episódio#006

Figura 6. Canal no Youtube Café com Robótica.

Fonte: Os autores.

Esses dois objetivos não apenas evidenciaram o engajamento dos alunos na exploração de diversos aspectos da robótica, indo além de seu papel como ferramenta educacional. Eles também revelaram a robótica como uma forma de expressão cultural, permitindo que os estudantes desenvolvessem uma identidade própria por meio dessa arte tecnológica.

Além disso, esses projetos desencadearam interações sociais profundas, fomentando a inclusão e a colaboração entre os estudantes, valores essenciais da metodologia (Cri)ativa. Por meio dessa abordagem, os alunos aprenderam a trabalhar em equipe, respeitando e valorizando a diversidade de ideias e habilidades, ampliando assim seu horizonte de aprendizado.

Ao optarem por materiais reciclados e descartados para suas criações, esses projetos também reforçaram a crucial importância da sustentabilidade na educação. Conscientizaram os alunos sobre a necessidade urgente de preservar o meio ambiente, estimulando-os a buscar soluções criativas e ecologicamente corretas. Dessa forma, os estudantes não apenas adquiriram habilidades técnicas, mas também se tornaram agentes de mudança, preocupados em construir um futuro mais sustentável e consciente.

5. PROJETO – DISSEMINAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

A utilização de lixo eletrônico como matéria-prima na RAE foi um ponto de partida significativo que inspirou outras escolas. Essa iniciativa resultou na oportunidade de compartilhar os resultados positivos da RAE com a E.E Profº Nilton Balieiro Machado, que fez um convite para apresentação do projeto.

Ao aceitar o convite, um evento sobre RAE e Movimento Maker foi ministrado para alunos do ensino fundamental II. O evento teve a duração de três dias e contou com a participação de 39 alunos do 9º ano. As inscrições foram abertas para certificar os alunos e professores na formação oferecida.

Para uma melhor organização, o evento foi dividido em três eixos: palestra, oficinas e percepção dos participantes sobre as oficinas, os quais serão descritos a seguir.

Palestra: Movimento Maker na Prática e Robótica Educacional

No primeiro dia, ocorreu uma palestra com o tema Movimento *Maker* na Prática e Robótica Educacional. Durante a apresentação, foram exploradas técnicas e abordagens para a construção de robôs, enfatizando o uso de materiais alternativos e sucatas eletrônicas, em consonância com os princípios do Movimento *Maker*. O objetivo principal da palestra foi ultrapassar o simples ensino de robótica, inspirando os participantes a explorar sua criatividade e habilidades técnicas na criação de protótipos tecnológicos para competições e feiras de

ciências. Adicionalmente, foram compartilhados exemplos concretos de projetos bem-sucedidos para demonstrar que é possível alcançar resultados notáveis mesmo com recursos limitados. A palestra também estimulou a reflexão sobre a importância da reutilização de materiais e a redução do desperdício, promovendo uma consciência sustentável no processo de construção dos robôs.

Oficina 1: Makerthon – Construção de robôs em 30 segundos ou menos

Foram aplicadas metodologias (Cri)ativas com o propósito de envolver os alunos do 9º demonstrando que é perfeitamente viável desenvolver um robô utilizando materiais alternativos e lixo eletrônico por meio da cultura 'faça você mesmo' (DIY – Do It Yourself) (Miño-puigcercós et al., 2019).

Durante a atividade, os alunos foram convidados a participar de desafios práticos nos quais puderam aplicar os conceitos aprendidos de forma interativa e divertida. Tiveram a oportunidade de explorar sua criatividade ao escolher e combinar diferentes elementos do lixo eletrônico, como fios, resistores e placas de circuito, além de cabos de vassouras, escovões e até mesmo garrafas pet, para criar seus próprios robôs.

Além disso, a gamificação foi utilizada como estratégia para estimular a competição saudável entre os estudantes. Estabeleceram-se metas individuais e coletivas, desafiando os alunos a superar obstáculos e alcançar pontuações cada vez mais altas. Essa abordagem motivou-os a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem, despertando o interesse e a curiosidade em relação à robótica e à cultura 'faça você mesmo'.

Ao término da atividade, os alunos puderam compartilhar suas criações e discutir suas experiências, fortalecendo o sentimento de pertencimento e colaboração na sala de aula. Essa abordagem inovadora proporcionou uma visão prática e acessível sobre a possibilidade de utilizar recursos alternativos e reciclados na construção de robôs, enfatizando a importância da sustentabilidade e do reaproveitamento de materiais eletrônicos.

A Figura 7, mosaico de fotos, apresenta a oficina1, *Makerthon* em seu decorrer.



Figura 7: Oficina 1, *Makerthon* - Construção de robôs em 30 segundos ou menos. Fonte: Os autores.

Oficina 2: Hackathon – Programando o mundo

O objetivo da oficina 2 foi introduzir conceitos básicos de linguagem e lógica de programação na vida dos alunos do 9º ano.

Foram utilizadas as linguagens C e C++ para explicar e exemplificar como acender um LED em um Arduíno. Para engajar os alunos, foram utilizadas técnicas de gamificação e a formação de equipes, com a criação de um cenário de sobrevivência baseado no seriado 'The Walking Dead', em um apocalipse zumbi. Com o intuito de auxiliar na sobrevivência, foram elaboradas missões específicas, utilizando um Arduíno para emitir um sinal visual em código Morse Internacional.

Os alunos deram início ao desenvolvimento do raciocínio lógico, compreendendo a importância de iniciar essa etapa crucial utilizando seus cadernos para programação e desenvolvimento de código.

A seguir, serão apresentadas as descrições das duas missões abordadas durante a oficina 2.

- **1ª. Missão: pedir ajuda**

Foi apresentada a estratégia de evitar chamar a atenção dos zumbis ao explorar novos locais, optando por movimentos furtivos e silenciosos. Para isso, deve-se evitar lugares com apenas uma saída, como prédios e cômodos, e becos sem saída, a fim de minimizar as chances de ficar preso.

Dica: Utilize a tabela do código Morse Internacional (Figura 8) para emitir o código de socorro através de um LED.

A	..	J	....	S	...	2	....
B	....	K	---	T	-	3	....
C	....	L	....	U	...	4	....
D	---	M	--	V	....	5	....
E	.	N	--	W	---	6	....
F	....	O	---	X	---	7	....
G	---	P	....	Y	---	8	....
H	....	Q	---	Z	---	9	....
I	..	R	---	1	....	0	....

Figura 8: Código Morse Internacional.

- **2ª. Missão: localização**

Na segunda missão, o objetivo é localizar o local seguro da escola. A melhor estratégia para lidar com os zumbis é evitar chamar a atenção deles sempre que possível. Para esta missão, utilize a tabela do código Morse internacional para enviar a localização através de um LED.

A Figura 9, um mosaico de fotos, apresenta a oficina 'Hackathon – Programando o Mundo' em pleno andamento.



Figura 9. Oficina 2, Hackathon - Programando o mundo. Fonte: Os autores.

Percepção dos Participantes sobre as Oficinas 1 e 2

Após a condução dos dois eixos, palestra e oficina, realizou-se a aplicação do questionário de percepção composto por 07 perguntas com os participantes, por meio do software de pesquisas e inquéritos online Survio. As 06 primeiras perguntas avaliaram fatores relacionados às atividades desenvolvidas na disseminação de boas práticas para o ensino de RAE. Os participantes responderam utilizando uma escala que fazia referência ao nível de concordância com as seguintes opções: 'concordo plenamente', 'concordo parcialmente', 'discordo plenamente' e 'discordo parcialmente'. A Tabela 4 apresenta as questões e os dados coletados.

A análise dos resultados revelou uma percepção predominantemente positiva em relação à utilização de metodologias (Cri)ativas, como a RAE, no processo de aprendizagem de programação. Os participantes concordaram que essas abordagens tornaram a aprendizagem divertida e facilitaram a assimilação dos conceitos. Além disso, a combinação da RAE com o Movimento Maker e Gamificação foi vista como benéfica para a preservação do meio ambiente, demonstrando uma conscientização sobre essa questão.

A utilização de kits de robótica, especialmente quando construídos com materiais recicláveis e alternativos, foi considerada uma maneira positiva de promover uma experiência enriquecedora nos conceitos iniciais de programação. A adoção de metodologias (Cri)ativas, como Hackathons gamificados, também foi percebida como uma estratégia eficaz para facilitar o aprendizado de programação.

Os participantes demonstraram um alto nível de motivação e interesse em aprender programação através de experimentos com materiais alternativos, como lixo eletrônico e materiais recicláveis. Além disso, a RAE foi amplamente reconhecida como uma abordagem que contribui para o desenvolvimento cognitivo e psicomotor dos alunos, destacando seu valor educacional além do aprendizado específico de programação.

Esses resultados evidenciam a efetividade e a relevância da integração das metodologias (Cri)ativas, da RAE e do Movimento *Maker* e Gamificação no contexto do ensino de programação.

Tabela 4. Dados coletados no questionário de percepção.

Nº	Questões	Respostas
01	A utilização de metodologias (Cri)ativas tornou a aprendizagem de programação divertida?	76,93% (Concordo plenamente) 17,95% (Concordo parcialmente) 2,56% (Discordo plenamente)

		2,56% (Discordo parcialmente)
02	A utilização da Robótica Alternativa Educacional aliada ao Movimento <i>Maker</i> e Gamificação contribui para a preservação do meio ambiente?	82% (Concordo plenamente) 18% (Concordo parcialmente)
03	Na sua opinião, o uso de <i>kits</i> de robótica proporciona uma experiência de aprendizagem positiva para os conceitos iniciais de programação ou é limitado para o desenvolvimento do aprendizado?	82% (Concordo plenamente) 12,8% (Concordo parcialmente) 2,6% (Discordo plenamente) 2,6% (Discordo parcialmente)
04	A aprendizagem de programação tornou-se mais fácil com a utilização de metodologias (Cri)ativas, como <i>Hackathons</i> gamificados?	76,32% (Concordo plenamente) 18,42% (Concordo parcialmente) 2,63% (Discordo plenamente) 2,63% (Discordo parcialmente)
05	Você se sentiu motivado e interessado em aprender programação usando experimentos construídos com lixo eletrônico, materiais recicláveis e alternativos?	89,75% (Concordo plenamente) 5,13% (Concordo parcialmente) 2,56% (Discordo plenamente) 2,56% (Discordo parcialmente)
06	A utilização de Robótica Alternativa Educacional contribui para o desenvolvimento cognitivo e psicomotor dos alunos?	84,60% (Concordo plenamente) 12,80% (Concordo parcialmente) 2,60% (Discordo plenamente)

Considerando todos os resultados, a pergunta 07 teve um propósito diferente: atuar como um reconhecimento e uma proposta de adesão escolar dos alunos à RAE. A pergunta era a seguinte: **Você gostaria que a sua escola desenvolvesse o modelo de Robótica Alternativa Educacional? SIM ou NÃO, justifique a sua resposta.**



Figura 10. Nuvem de palavra da questão 07.

Com base nas respostas coletadas, foi gerada uma nuvem de palavras contendo as principais ideias e conceitos que representam os resultados obtidos em relação a essa pergunta. A Figura 10 apresenta essa nuvem de palavras.

Ao analisar as respostas dos participantes, torna-se evidente que todos concordam com a implementação do modelo de RAE na escola. Os motivos para essa opinião são diversos, incluindo a oportunidade de aprender sobre robótica e questões ambientais, o uso de materiais recicláveis, a diversão e o aumento do conhecimento dos alunos. Além disso, muitos acreditam que a inclusão da RAE no currículo melhora a interação entre alunos e professores. Não foram registradas respostas negativas ou indecisas, indicando um entusiasmo e interesse generalizado pelo modelo proposto.

Portanto, sugere-se que a escola leve a sério a implementação da RAE em seu currículo, considerando o grande potencial educativo e motivacional dessa abordagem para os alunos.

6. CONCLUSÃO

Na conclusão desta pesquisa sobre RAE e suas implicações no ensino, torna-se evidente que essa abordagem, fundamentada em metodologias (Cri)ativas e sustentabilidade, representa uma via promissora para aprimorar a educação. Ao longo do projeto, foram enfrentados desafios significativos, especialmente na compreensão inicial da escola em relação às metodologias propostas. Para superar essas barreiras, os participantes foram orientados por uma etapa de apresentação, conscientização e convencimento.

Além disso, foram identificadas lacunas na formação inicial e continuada dos docentes em tecnologias educacionais aplicadas na educação. Para mitigar essa deficiência, é crucial investir em programas de capacitação docente que visem aprimorar o entendimento e a aplicação efetiva dessas tecnologias no ambiente educacional.

A integração da RAE nas escolas revela-se como uma proposta inclusiva, acessível e sustentável, capaz de despertar o interesse dos alunos e enriquecer o processo de aprendizagem. A utilização de materiais recicláveis e eletrônicos descartados na construção de projetos de robótica não apenas reduz os custos educacionais, mas também promove a conscientização ambiental.

Ao transformar resíduos em recursos educacionais valiosos, é fomentada uma mentalidade de reutilização e reciclagem desde cedo, contribuindo para a formação de cidadãos mais responsáveis e comprometidos com o planeta. A RAE, aliada a técnicas engenhosas e ao Movimento Maker, oferece oportunidades únicas de aprendizado, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades interdisciplinares, resolução de problemas, criatividade e trabalho em equipe.

Participar de competições e exposições de robótica incentiva os alunos a aplicar o conhecimento adquirido, superando desafios e ampliando sua confiança e competência. A disseminação da RAE não deve ser limitada a projetos-piloto, mas sim uma busca contínua por sua incorporação efetiva no ambiente educacional.

Para viabilizar a integração da RAE de maneira ampla e duradoura, é necessário realizar investimentos substanciais em capacitação docente, infraestrutura e parcerias institucionais. A RAE representa uma oportunidade para um futuro educacional mais dinâmico, inclusivo e sustentável. Ao adotar essa abordagem inovadora, estão sendo lançadas as bases para uma geração de estudantes conscientes da importância de preservar o planeta e promover a igualdade de oportunidades. Essa jornada é desafiadora, mas repleta de possibilidades promissoras para aprimorar a educação e, conseqüentemente, a sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

- Alimisis, D. (2019). Teacher training in educational robotics: The ROBOESL project paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 279-290.
- Alimisi, R. (Ed.). (2016). Robotics-based learning interventions for preventing school failure & early school leaving. In ROBOESL conference 2016 proceedings, EDUMOTIVA, Athens. <http://roboesl.eu/conference>. Acessado 9 Dezembro 2023.
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 1-24.
- Atman Uslu, N., Yavuz, G. Ö., & Koçak Usluel, Y. (2022). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 1-25.
- Azevedo, J. L. (2015, August). A Economia Circular Aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. In *XI Congresso Nacional de Excelência em gestão* (Vol. 13)..
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Park, C. H., & Jeon, M. (2020). Child-robot theater: Engaging elementary students in informal STEAM education using robots. *IEEE Pervasive Computing*, 19(1), 22-31.



- Batista, E. J. S., Dezan, C. M., Cabral, H. F., & da Silva, R. C. (2021, November). Circuito STEAM: Oficina mão na massa para docentes da Educação Profissional durante a pandemia. In *Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola* (pp. 191-201). SBC.
- Brighente, M. F., & Mesquida, P. (2016). Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora. *Pro-Posições*, 27, 155-177.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1997). *Construtivismo em sala de aula*.
- Bruner, J. (1997). Celebrating divergence: Piaget and Vygotsky. *Human development*, 40(2), 63-73.
- Castilho, M. I. (2002). Robótica na educação: Com que objetivos. Monografia de Especialização em Informática na Educação). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. *IEEE Transactions on learning technologies*, 7(4), 333-345.
- Chronis, C., & Varlamis, I. (2022). FOSSBot: An Open Source and Open Design Educational Robot. *Electronics*, 11(16), 2606.
- D'Amico, A., Guastella, D., & Chella, A. (2020). A playful experiential learning system with educational robotics. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 33.
- de Vasconcelos Soares, L., & Colares, M. L. I. S. (2020). Educação e tecnologias em tempos de pandemia no Brasil. *[TESTE] Debates em Educação*, 12(28), 19-41.
- Dias, K. L., de Jesus Sobrinho, A. C., Gurjão, E. B., & Dias, K. L. (2023). Prática como componente curricular no curso de licenciatura em informática: relato de experiência do estágio supervisionado no modelo de ensino remoto emergencial. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC*, 13(2), 187-206.
- Filatro, A., & Cavalcanti, C. C. (2022). *Metodologias Inov-Ativas-2ª edição 2023*. Saraiva Educação SA.
- Freidemberg, L. A., & Nicola, C. H. (2021). A robótica educacional como ferramenta facilitadora das aulas de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revistas Anteriores*, 4(2), 62-81.
- Geloch, R. B., Giordani, E. M., Posser, T. G., Terra, J. O., & Costa, V. M. F. (2023). Remote Education and TDICs in the Teaching-Learning Process during the Covid-19 Pandemic: The Perception of Master Students in Public Administration. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 16(1), 109-118.
- Ginsburg, H. P., & Opper, S. (1988). *Piaget's theory of intellectual development*. Prentice-Hall, Inc.
- Hof, B. (2021). The turtle and the mouse: how constructivist learning theory shaped artificial intelligence and educational technology in the 1960s. *History of Education*, 50(1), 93-111.
- Kachisa, D., & Gustavsson, L. (2019). Robot as a tool for cognition. In *Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Education (ICICTE)* (pp. 95-206).
- Lazaretti, M. G. C., de Almeida, I. C., de Azevedo Teixeira, F. D., & Bortolozzi, F. (2021). Como o Espaço Ba pode ser aplicado em espaço Maker no Ensino Superior. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 14(3), 448-459.
- Medeiros Filho, D. A., & Gonçalves, P. C. (2008, January). Robótica educacional de baixo custo: Uma realidade para as escolas brasileiras. In *Anais do Workshop de Informática na Escola* (Vol. 1, No. 1).
- Miño-Puigcercós, R., Domingo-Coscollola, M., & Sancho-Gil, J. M. (2019). Transforming the teaching and learning culture in higher education from a DIY perspective. *Educación XX1*, 22(1), 139-160.
- Morán, J. (2020). Pensamento Computacional na Educação Infantil e nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: como ensinar ativamente a estudantes com acesso digital desigual? Canal Tecnologias Digitais na Educação. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cOJF7KaSFYs&t=10108s>. Acesso em: 20 Set 2023.

- Mussi, R. F. D. F., Flores, F. F., & Almeida, C. B. D. (2021). Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. *Revista práxis educacional*, 17(48), 60-77.
- Oliveira, D. S., Garcia, L. T. D. S., & Gonçalves, L. M. G. (2021, October). A Survey on Continuing Education of Teachers in Educational Robotics. In *2021 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2021 Brazilian Symposium on Robotics (SBR), and 2021 Workshop on Robotics in Education (WRE)* (pp. 348-353). IEEE.
- Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking skills and creativity*, 31, 31-43.
- Piaget, J. (1970). *Genetic Epistemology*. (E. Duckworth, Trans.) New York, NY.
- Piaget, J., & Merlone, M. (1976). A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento. Zahar.
- Rossi, M. L., & Aragón, R. (2022, November). Iniciação à robótica educacional com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental: um relato de experiência. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola* (pp. 221-230). SBC.
- Sanchis, I. D. P., & Mahfoud, M. (2010). Construtivismo: desdobramentos teóricos e no campo da educação. *Revista Eletrônica de Educação*, 4(1), 18-33.
- Santos, R. C., & da Silva, M. D. F. (2020). A robótica educacional: entendendo conceitos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 13(3).
- Schlemmer, E. (2021). Atividades de robótica como prática de transformação social. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 14(2), 221-230.
- Silva, A. J. D. C. (2020). Guia prático de metodologias ativas com uso de tecnologias digitais da informação e comunicação. *Lavras: Ufla*.
- Teixeira, G., Bremm, L., & dos Santos Roque, A. (2018, November). Educational robotics insertion in high schools to promote environmental awareness about E-Waste. In *2018 Latin American Robotic Symposium, 2018 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2018 Workshop on Robotics in Education (WRE)* (pp. 591-597). IEEE.
- Vicente, F. R., Zapatera Llinares, A., & Montes Sanchez, N. (2021). Curriculum analysis and design, implementation, and validation of a STEAM project through educational robotics in primary education. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 160-174.
- Zhang, Y., Luo, R., Zhu, Y., & Yin, Y. (2021). Educational robots improve K-12 students' computational thinking and STEM attitudes: Systematic review. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1450-1481.