

Do Desplugado ao Arduino: Práticas de Ensino de Computação para Superação da Exclusão Digital em Escola Pública

Samuel Müller Forrati¹, Leonardo Carvalho Velaski¹,
Karlise Soares Nascimento¹, Andréa Pereira¹, Daniele Kipper Santiago²,
Anderson Daniel Stochero¹, David Alessandro Vidalis Machado¹,
Paula Elizangela Soares Pereira¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar)
Campus Santo Ângelo – CEP 98.806-700 – Santo Ângelo - RS – Brasil

²Escola Municipal de Ensino Fundamental José Alcebíades de Oliveira
CEP 98.805-600 – Santo Ângelo - RS – Brasil

samuel.forrati@iffar.edu.br, leocarvalhodebrum@gmail.com,
{karlise.nascimento, andrea.pereira}@iffar.edu.br,
profdaniks@gmail.com, anderson.stochero@yahoo.com.br,
{david.96074, paula.2022005983}@aluno.iffar.edu.br

Abstract. *Digital exclusion and poor infrastructure challenge Computer Science education in public schools. This article reports a pedagogical intervention with middle school students lacking basic computing skills. To overcome electrical and equipment limitations, Project-Based Learning and Maker Culture were applied. The practice evolved from basic circuits to prototyping with Makey Makey and autonomous robots using Arduino. The approach promoted engagement, digital literacy, and the inclusion of neurodivergent students, effectively consolidating computational thinking in socially vulnerable environments.*

Resumo. *A exclusão digital e a infraestrutura precária desafiam o ensino de Computação em escolas públicas. Este artigo relata uma intervenção pedagógica com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental com alta defasagem em informática. Para contornar limitações elétricas e de equipamentos, utilizou-se a Aprendizagem Baseada em Projetos e Cultura Maker. A prática evoluiu de circuitos básicos à prototipagem com Makey Makey e robôs autônomos com Arduino. A abordagem promoveu engajamento, letramento digital e inclusão de estudantes neurodivergentes, consolidando o pensamento computacional em cenários de vulnerabilidade.*

1. Introdução

O avanço das tecnologias digitais transformou profundamente a estrutura social, demandando novas competências para o exercício da cidadania e a inserção no mundo do trabalho. Com a homologação do Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Computação [Brasil 2022], estabeleceu-se a obrigatoriedade de integrar eixos como Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital na Educação Básica. Contudo, a implementação dessas diretrizes em escolas públicas, sobretudo em áreas de vulnerabilidade social, esbarra em grandes desafios estruturais.

Observa-se que o letramento digital de jovens inseridos em contextos socioeconômicos desfavorecidos concentra-se, principalmente, ao uso recreativo de *smartphones*, caracterizando um “analfabetismo digital” para ferramentas de produtividade e lógica de algoritmos, bem como percebe-se que há um maior uso da internet por meio de smartphones, principalmente por crianças e adolescentes das classes C, D e E e não mais por computadores (que concentra-se nas classes A e B) [CGI.br 2024]. Somam-se a isso as deficiências infraestruturais das instituições de ensino, que frequentemente convivem com escassez de maquinário, instabilidade de link de internet [Silva 2024] e redes elétricas obsoletas, dificultando a aplicação de metodologias tradicionais de informática educativa no modelo um-para-um (um aluno por computador).

Para mudar esse quadro, abordagens baseadas no construcionismo de Seymour Papert [Papert 1980] e na Cultura Maker têm se mostrado excelentes alternativas. Essas metodologias propõem que a aprendizagem ocorre de forma otimizada quando o educando está engajado ativamente na criação, experimentação e desenvolvimento de materiais significativos [Resnick 2020]. Aliadas à pedagogia crítica e libertadora [Freire 1996], tais práticas permitem que o ensino de Computação transcenda o aspecto estritamente instrumental, habilitando o aluno a compreender criticamente a tecnologia que consome e a assumir um papel de autoria e resolução de problemas na sociedade [Resnick 2020].

Este artigo apresenta um relato de experiência fundamentado na implementação de uma sequência didática de Robótica Educacional e Computação em turmas de 8º ano do ensino fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) - José Alcebíades de Oliveira, no município de Santo Ângelo/RS. Conduzida a partir do Programa Institucional de Incentivo à Docência (PIBID) por licenciandos em Computação do Instituto Federal Farroupilha (IFFar) - *Campus* Santo Ângelo, a proposta teve como eixo central a adaptação das práticas educacionais às limitações de infraestrutura local, priorizando o uso de materiais de baixo custo, a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e a inclusão sociocognitiva de estudantes neurodivergentes, evidenciando o potencial da sala de aula como laboratório de possibilidades. As práticas também foram executadas dentro do período de Estágio Curricular Supervisionado II (fevereiro a julho de 2025) e Estágio III (agosto a dezembro de 2025), ou seja, dois semestres, ocorrendo dentro do calendário escolar, com dois encontros semanais de cerca de três horas de duração.

2. Trabalhos Relacionados

A fundamentação desta intervenção baseou-se em pesquisas sobre Computação Desplugada e Robótica Educacional na rede pública. [Lima e Porto 2025] destacam que a Cultura Maker e materiais de baixo custo democratizam o ensino científico, estimulando a inovação e a consciência ambiental. Corroborando essa premissa, [Moraes et al. 2023] evidenciaram que, mesmo com limitações de infraestrutura, a prototipação virtual (*Tinkercad*) e física (Arduino) desenvolve habilidades do século XXI, como trabalho em equipe e resolução de problemas. No contexto do PIBID, [Schmidt 2025] relatam o uso de programação em blocos (*MakeCode*) e *micro:bit* com sucata eletrônica no Ensino Fundamental, culminando na criação interdisciplinar de uma praça interativa. Esses estudos reforçam a viabilidade do protagonismo estudantil por meio do “faça você mesmo”.

3. Métodos

A intervenção ocorreu na EMEF José Alcebíades de Oliveira, com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. Através de observação *in loco*, identificou-se questões estruturais como escassez de equipamentos de informática, sobrecarga elétrica frequente e ausência de profissional exclusivo de Atendimento Educacional Especializado (AEE), exigindo que a mediação docente provesse suporte direto à inclusão.

3.1. Contexto e Coleta de Dados

Para balizar o planejamento, mapeou-se o nível de letramento digital de 100 discentes (11 a 14 anos, 6º ao 9º ano) inseridos em contexto de vulnerabilidade socioeconômica. Utilizou-se um questionário estruturado no *Google Forms*, aplicado presencialmente no laboratório sob orientação neutra dos pesquisadores. O instrumento avaliou a familiaridade com: dispositivos (*smartphones*, computadores); sistemas operacionais; ferramentas de produtividade; tecnologias emergentes (Inteligência Artificial); e plataformas digitais educacionais.

3.2. Análise de Dados

A análise dos dados coletados nas perguntas fechadas evidenciou certo nível de exclusão digital dos estudantes: embora 94% utilizem celulares (Figura 1.1) e reconheçam IAs (Figura 1.2), 81,1% não possuem computador em casa (Figura 2.1). Adicionalmente, enquanto o *Android* e a suíte *Google* são amplamente conhecidos (Figuras 3.1 e 3.2), sistemas e aplicativos tradicionais (*Windows*, *Linux*, *Word*, *LibreOffice*) são desconhecidos pela expressiva maioria.

Para as perguntas abertas, a análise dos dados revelou o desejo dos estudantes por atividades práticas, destacando-se o interesse direto por robótica (Figura 2.2). A triangulação entre as limitações físicas (dados quantitativos) e as aspirações por atividades “mão na massa” (dados qualitativos) fundamentou a decisão metodológica da intervenção, sustentando a adoção da Cultura Maker e da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), estruturada nas quatro etapas a seguir.

4. Resultados e Discussão

A partir desse cenário, estruturou-se uma intervenção baseada na Cultura Maker e no *Project Based Learning* (PBL), organizando encontros semanais no contraturno escolar com uma turma voluntária de 8º ano. A carga horária foi integralizada através de uma progressão didática que buscou desmistificar a robótica educacional, dividida em quatro grandes projetos práticos:

1. **Eletrônica Criativa e Letramento Inicial:** do analógico ao digital, abordando eletricidade, uso de multímetros, simuladores (Tinkercad) e técnicas de soldagem eletrônica.
2. **Interfaces Humano-Computador:** Construção colaborativa de um tapete de dança interativo em papelão utilizando a placa *Makey Makey*, explorando conceitos de condutividade e aterramento humano.
3. **Robótica Educacional:** Montagem física e eletrônica de um kit Robô Sumô (Arduino), com depuração de código C++ e lógica condicional aplicada a sensores.

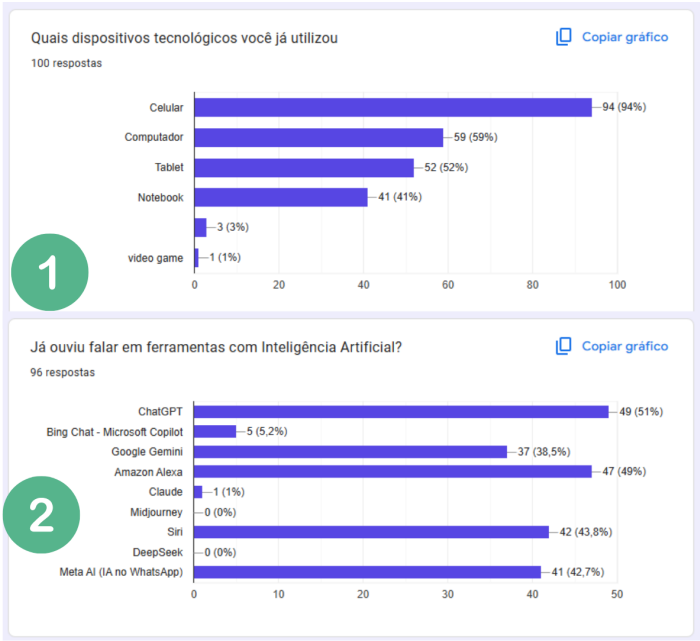


Figura 1. Gráfico demonstrando o perfil de acesso a dispositivos tecnológicos pelos discentes.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 2. Gráfico demonstrando o acesso a computadores em casa pelos discentes e expectativas para as aulas de informática.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4. **Tecnologias Assistivas:** Prototipagem de um semáforo de garagem sonoro e luminoso, pensando em pessoas com sensibilidade ou perda auditiva. Também foi realizada a introdução a conceitos de impressão 3D.

Para assegurar a equidade na aprendizagem e apoiar a inclusão de um aluno di-

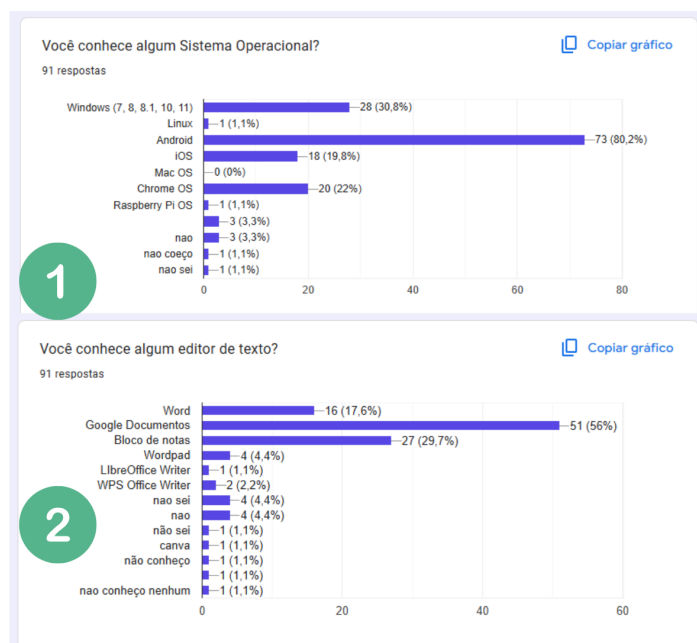


Figura 3. Gráfico demonstrando o conhecimento dos discentes acerca de sistemas operacionais e editores de texto.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

agnosticado com Transtorno do Espectro Autista (TEA) que passou a integrar a oficina, utilizou-se a estratégia de pareamento produtivo (trabalho em duplas). Assim, promoveu-se a Zona de Desenvolvimento Proximal [Vygotsky 1991], na qual estudantes com maior apropriação do conteúdo atuaram como mediadores do aprendizado, viabilizando um ambiente acolhedor e seguro.

A execução da sequência didática evidenciou que a escassez de equipamentos nas escolas pode ser superada por metodologias que não dependem exclusivamente do uso de computadores, como a Computação Desplugada. Nessa perspectiva, o engajamento cognitivo dos estudantes é favorecido pelo manuseio de ferramentas, fios, componentes eletrônicos e materiais recicláveis. Os resultados de cada etapa são apresentados a seguir.

4.1. Do Virtual ao Físico: Eletrônica Criativa

O contato inicial dos estudantes limitava-se a noções de senso comum sobre energia. Através de uma aula teórica e interpretação guiada de manuais técnicos (*datasheets*), os discentes compreenderam a necessidade de dimensionar resistores para evitar a queima de LEDs de 2V alimentados por baterias de 9V ou placas Arduino de 5V. É possível visualizar uma amostra dessa aula na Figura 4.

A fim de prevenir desperdício de insumos, adotou-se o uso da plataforma *Tinkercad Circuits* como ambiente de experimentação prévia. Uma vez validados os circuitos virtualmente, os alunos partiram para a execução real. A oficina de soldagem — realizada com apoio dos professores ministrantes, bem como com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) — superou o receio inicial dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de habilidades motoras finas e autonomia. É possível visualizar os alunos trabalhando no *Tinkercad* nas Figuras 5 e 6.



Figura 4. Introdução das aulas - explicação sobre componentes eletrônicos que compõem o computador de mesa.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

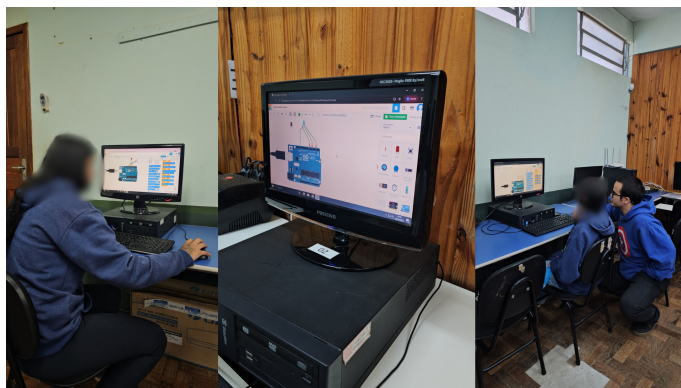


Figura 5. Simulação virtual de circuitos para a soldagem física e definitiva.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 6. Transição da simulação virtual de circuitos para a soldagem física e definitiva.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4.2. Interfaces Humano-Computador (Makey Makey)

O segundo projeto colocou em prática conhecimentos de eletrônica básica e abstração algorítmica por meio da placa *Makey Makey*. Após experimentações com materiais condutores, como massinhas de modelar, a turma trabalhou em equipe para montar um tapete de dança interativo *arcade* (estilo *Dance Dance Revolution*). Para a montagem da inter-

face física de grande escala, adaptou-se o projeto de tapete interativo proposto pelo [Portal Escolar Maker 2025], utilizando papelão e papel alumínio para a construção dos sensores de contato. As tarefas foram divididas em frentes de trabalho: conectividade (descascar e estender fiações), estrutura (reforço de papelão e isolamento com papel pardo e EVA) e criação de sensores táteis (papel alumínio com fitas de cobre).

O ciclo foi encerrado com uma Mostra de Conhecimento para duas turmas de 8º ano, na qual os alunos autores mediaram o uso do tapete interativo para as demais colegas da escola. Os estudantes demonstraram um ótimo desempenho ao explicar que o funcionamento do jogo dependia do corpo humano atuando como aterramento (*ground*) para fechar o circuito. É possível visualizar uma breve sequência da montagem do tapete na Figura 7.



Figura 7. Construção cooperativa da interface de papelão e teste do tapete de dança gamificado.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4.3. Robótica Educacional: Resiliência e Depuração (Arduino)

O nível de complexidade técnica foi aumentado com a montagem do Robô Sumô, utilizando um Kit para montagem adquirido pela EMEF José Alcebíades de Oliveira. Diferentemente das práticas do tipo “copiar e colar”, a equipe promoveu a engenharia reversa. O grupo foi dividido com funções rotativas (leitor do manual, organizador de peças e montador físico), estratégia vital para manter o foco em uma sala onde os recursos não permitiam um *kit* por aluno.

Os alunos exploraram a lógica de controle através de *Shields* de Motores (Ponte H) acoplados ao microcontrolador. O processo exigiu alta resiliência (*debugging* mecânico e lógico). Durante a montagem, identificou-se um defeito de fábrica na carcaça de MDF do *kit*. A falha foi transformada em oportunidade pedagógica: os alunos, sob mediação docente, realizaram a substituição estrutural e modificaram o *hardware* original, adicionando três sensores seguidores de linha na parte inferior, substituindo a versão primária de um único sensor.

As validações finais ocorreram em uma arena (dojo) delimitada, momento de extremo engajamento, pois os estudantes visualizaram linhas de código abstratas transformando-se em ações físicas autônomas (detectar obstáculo e avançar; detectar borda e recuar). É possível visualizar as atividades realizadas nas Figuras 8 e 9.

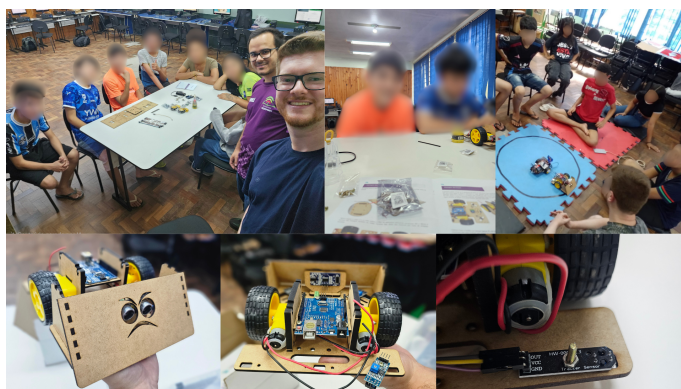


Figura 8. Fase de montagem inicial do robô Sumô.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 9. Fases de finalização de montagem do chassi do robô Sumô e testes de tração na arena demarcada.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4.4. Tecnologia Assistiva e Inclusão

A avaliação de encerramento baseou-se na resolução de problemas reais de acessibilidade. Instigados pela questão “Como um motorista surdo sabe que o sensor de ré está apitando?”, a turma empregou a lógica condicional (*if/else*) e sensores ultrassônicos (HC-SR04) para prototipar um “Semáforo de Garagem”. A distância física de obstáculos foi convertida em sinalização visual escalonada (LEDs).

Para a participação do aluno com TEA, adotou-se o princípio da previsibilidade sensorial, conferindo a ele o controle de ativação dos testes sistêmicos. Essa prática ratificou a utilidade transversal da Computação, não apenas como motor industrial, mas como veículo de equidade e suporte ao Desenho Universal. É possível visualizar algumas cenas dessa aula na Figura 10.

5. Considerações finais

Os relatos analisados reforçam a premissa de que a defasagem estrutural das escolas públicas periféricas, embora atue como um limitador relevante, não inviabiliza a construção de experiências significativas no ensino de Computação. A transição contínua do aprendizado analógico e simulado (desplugado/virtual) para a construção física materializou conceitos abstratos, conferindo significado à aprendizagem.

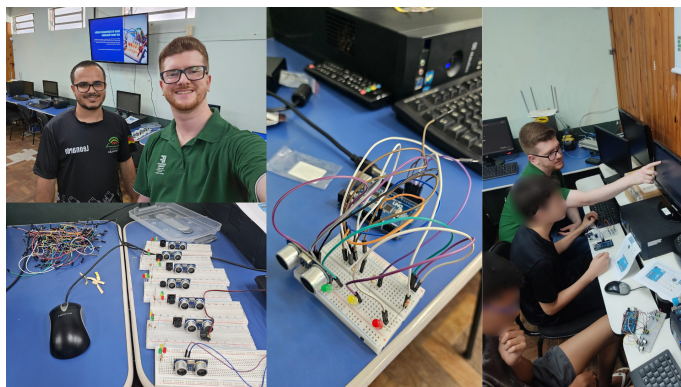


Figura 10. Aula teórica e prática para montagem do Semáforo com Arduino.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A adoção da Cultura Maker e da Aprendizagem Baseada em Projetos sinalizou ser um caminho promissor para engajar os discentes nas atividades propostas. Ao trabalharem de forma interdependente em tarefas práticas, como a soldagem de componentes, a estruturação de circuitos no tapete de dança e a depuração algorítmica, os estudantes demonstraram maior cooperação e envolvimento ativo com os conceitos de Computação.

Diante da necessidade de consolidar as diretrizes do Complemento à BNCC Computação, esta experiência evidencia que a introdução do pensamento computacional pode ser viabilizada mesmo em cenários de infraestrutura limitada. Os dados diagnósticos apresentaram uma realidade recorrente em escolas públicas brasileiras: embora os estudantes estejam amplamente conectados por dispositivos móveis, muitos apresentam reduzida familiaridade com computadores e softwares de produtividade. Nesse contexto, as observações indicam que as atividades propostas ofereceram indícios favoráveis ao fortalecimento do letramento digital e ao estímulo da autoria tecnológica.

Além disso, os registros qualitativos sugerem o potencial das abordagens maker para favorecer não apenas o aprendizado técnico, mas também atitudes de colaboração e persistência frente a desafios. Acompanhou-se também a participação do estudante com TEA, cuja integração às dinâmicas ilustra como o ensino de Computação pode oportunizar práticas inclusivas quando mediado por estratégias cooperativas.

Por fim, o relato aponta que iniciativas conduzidas por licenciandos em Computação desempenham papel relevante na democratização do acesso ao conhecimento tecnológico. Mais do que ensinar programação ou robótica, trata-se de criar oportunidades para que os estudantes compreendam e modifiquem tecnologias, fortalecendo sua participação na cultura digital.

Como perspectivas futuras, pretende-se ampliar a proposta para outras turmas e anos escolares, bem como investigar com instrumentos formais de coleta de dados os efeitos das atividades sobre o desenvolvimento do pensamento computacional, do letramento digital e das competências socioemocionais dos participantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida via PIBID, aos servidores e alunos da EMEF José

Alcebíades de Oliveira pela colaboração e abertura do espaço escolar para o desenvolvimento desta pesquisa e, aos servidores do IFFar - *Campus* Santo Ângelo pelo incentivo ao Curso Superior de Licenciatura em Computação.

Cuidados Éticos

A intervenção pedagógica relatada neste estudo de natureza educacional ocorreu como parte das atividades regulares de Estágio Supervisionado e práticas de docência no contexto do currículo escolar. Todas as ações respeitaram integralmente as diretrizes de ética na pesquisa com seres humanos, em conformidade com as resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS), em especial as Resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016, assegurando a proteção da identidade, imagem e integridade física e moral de todos os estudantes envolvidos, bem como a anuência prévia da instituição de ensino e dos responsáveis para a execução das oficinas didáticas.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Declaramos que ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (modelo Gemini 1.5, desenvolvido pelo Google) foram utilizadas exclusivamente como apoio tecnológico para a formatação do manuscrito no *template* L^AT_EX exigido pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), além da revisão ortográfica, tradução do resumo e coesão gramatical de certos parágrafos. A inteligência artificial não foi utilizada na concepção da intervenção pedagógica em sala de aula, na coleta de dados com os discentes, tampouco na íntegra geração intelectual do referencial teórico e discussões, sendo os autores os únicos responsáveis por toda a autoria, integridade e conteúdo empírico do material apresentado.

Disponibilidade de Artefatos

Os planos de aula detalhados, os questionários aplicados, esquemas de circuitos eletrônicos e os códigos-fonte depurados utilizados durante as oficinas de robótica (Arduino e *Makey Makey*) descritas neste artigo encontram-se disponíveis de forma totalmente anonimizada para consulta pública, auditoria e replicação pedagógica no repositório Zenodo, que poderá ser acessado pelo link: <https://zenodo.org/communities/desplugadoarduino>.

Referências

- Brasil. Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Educação Básica*. Brasília: MEC.
- Brasil. Ministério da Educação (2022). *Complemento à BNCC: Computação*. Parecer CNE/CEB nº 2/2022. Brasília: MEC.
- CGI.br – Comitê Gestor da Internet no Brasil. (2024). *Pesquisa sobre o uso da Internet por crianças e adolescentes no Brasil: TIC Kids Online Brasil 2023*. São Paulo: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br).
- Freire, P. (1996). *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Lima, E. S. C.; Porto, M. B. D. S. M. (2025). *Robótica na Escola: contribuições para a formação científica no Ensino Fundamental*. São Carlos: Pedro & João Editores. E-book.

- Moraes, João Pedro A.; Duran, Rodrigo S.; Bittencourt, Roberto A. (2023). Robótica Educacional e Habilidades do Século XXI: Um Estudo de Caso com Estudantes do Ensino Médio. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (EDUCOMP)*, 3., 2023, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 173-183. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/educomp.2023.228195>. Acesso em: 02 fev. 2026.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Portal Escolar Maker. (2025). *Tapete Interativo: Makey Makey Dance Revolution*. Disponível em: <https://portalescolarmaker.com.br/makey-makey-dance-revolution/>. Acesso em: 30 out. 2025.
- Resnick, M. (2020). *Jardim de Infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos*. Porto Alegre: Penso.
- Schmidt, Carla Patrícia Maia. (2025). *Robótica Educacional Sustentável: Uma Abordagem Didática Interdisciplinar de Baixo Custo no PIBID do Colégio Municipal Pelotense*. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal Sul-rio-grandense, Pelotas, 2025.
- Silva, G. (2024). Falta de acesso à internet de qualidade impacta educação, trabalho e inclusão social nas periferias. *Projeto Colabora*. Disponível em: <https://projetocolabora.com.br/ods4/falta-de-acesso-a-internet-de-qualidade-impacta-educacao-trabalho-e-inclusao-social-nas-periferias/>. Acesso em: 02 fev. 2026.
- Vygotsky, L. S. (1991). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes.