

Computação Física no Ensino Fundamental: uma análise do potencial pedagógico da integração entre Arduino e Tinkercad

Isaias Cunha da Costa¹, Sairo Raoni dos Santos¹

¹Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos, Brasil
(isaias.costa@alunos.ufersa.edu.br)

Resumo: Este trabalho investiga o potencial pedagógico da Computação Física no Ensino Fundamental por meio da integração entre a plataforma Arduino e o simulador Tinkercad. O objetivo é analisar como essa abordagem serve como estratégia de mediação pedagógica e como os estudantes reagem à utilização dessas ferramentas. A pesquisa justifica-se pela necessidade de tornar o ensino de tecnologia atrativo e seguro, estimulando o protagonismo por meio do construcionismo. Metodologicamente, realizou-se uma oficina com alunos do ensino fundamental, aplicando desafios de programação de circuitos e um questionário avaliativo. Os resultados revelam ampla aceitação, com impacto positivo na motivação, além de contribuições significativas para o raciocínio lógico e o trabalho em equipe. Conclui-se que a simulação virtual integrada à montagem física indica que a Computação Física pode ser um recurso didático viável e eficiente.

Palavras-chave: computação física; arduino; tinkercad; ensino fundamental; construcionismo.

INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, cada dia mais imerso e mediado por inovações digitais, o domínio sobre princípios fundamentais da computação deixou de ser uma exclusividade para profissionais da área e tornou-se um requisito essencial de cidadania. Segundo Hodges *et al.* (2020), o letramento computacional tem se consolidado como uma competência indispensável e transversal a todas as profissões, exigindo que o indivíduo compreenda as lógicas subjacentes aos dispositivos que utiliza cotidianamente. Diante dessa demanda, o ambiente escolar enfrenta o desafio de abandonar as abordagens tradicionais, que muitas vezes reduzem o interesse pela programação, e buscar métodos que formem sujeitos críticos, não apenas consumidores, mas construtores de tecnologia.

Nesse cenário, a Computação Física surge como uma possibilidade promissora de introduzir esse universo de forma prática e intuitiva. Ela representa o campo da computação responsável por conectar o mundo digital (softwares e códigos) ao mundo físico tangível, operando por meio de microcontroladores, sensores e atuadores. No contexto educacional brasileiro, a consolidação desse campo ganha força com a homologação do parecer que regulamenta a Computação na Educação Básica como complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o qual estabelece o Pensamento Computacional como um eixo estruturante para a resolução automatizada de problemas cotidianos.

A base epistemológica que sustenta essa prática metodológica reside no Construcionismo. Proposta

por Seymour Papert, essa teoria avança sobre a premissa construtivista de Jean Piaget, de que o conhecimento é ativamente somado e ligado pelo aluno, acrescentando a necessidade crucial de se construir um artefato palpável e concreto. Essa visão alinha-se diretamente à crítica de Paulo Freire (1987) à concepção "bancária" da educação, onde o aluno é visto como um mero recipiente vazio. Pela ótica do "aprender fazendo" construcionista, o erro torna-se parte do processo e o discente transforma-se no protagonista do seu próprio desenvolvimento cognitivo.

A Computação Física é rica em benefícios educacionais. O feedback instantâneo, como ver um LED piscar logo após a compilação do código, gera gratificação imediata, impulsionando o engajamento e a motivação. Além disso, a literatura aponta que a construção de protótipos físicos facilita a interdisciplinaridade, exigindo a aplicação conjunta de Matemática, Física e lógica. Mais importante, atua como uma ferramenta de inclusão que atrai grupos historicamente sub-representados nas ciências da computação, rompendo com o desinteresse gerado por interfaces puramente abstratas.

Para viabilizar essas dinâmicas, destacam-se ferramentas de arquitetura aberta como o Arduino, um microcomputador acessível projetado para interagir com o ambiente físico, e o Tinkercad, uma plataforma web gratuita de simulação de circuitos. A união de ambos permite que o aluno valide virtualmente seu raciocínio lógico antes da montagem real. Essa integração reduz a curva de aprendizado, elimina

custos com componentes danificados por erros de projeto e resguarda a integridade dos usuários.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é investigar o uso da Computação Física como estratégia de mediação pedagógica, analisando como essa união metodológica entre Tinkercad e Arduino é aceita por alunos do Ensino Fundamental. De forma específica, busca-se demonstrar o funcionamento do simulador para criar circuitos virtuais, relatar a experiência prática na resolução de desafios de programação e analisar as contribuições reais dessa dinâmica para o raciocínio lógico e o engajamento estudantil.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa fundamentou-se em uma abordagem qualitativa e empírica, com a realização de uma oficina prática no dia 31 de março de 2026, nas dependências da Escola Municipal Maria Odila, localizada no município de Angicos-RN. A amostra selecionada compreendeu 14 alunos matriculados entre o 6º e o 9º ano do Ensino Fundamental. Esses estudantes eram integrantes do projeto "Mais Ciência na Escola", uma iniciativa de fomento governamental voltada à implantação de laboratórios de cultura maker na rede de ensino público. A prática ocorreu no turno vespertino, com duração total de três horas.

O ambiente de trabalho foi estruturado no laboratório da escola, que dispunha de recursos computacionais limitados (dois notebooks e dois computadores de mesa), além de 11 kits modulares de robótica. Esses kits continham um vasto acervo de peças: placas microcontroladoras Arduino Uno R3, protoboards (matrizes de contato), jumpers (cabos de conexão), resistores, botões interruptores, motores, pilhas de alimentação e displays LCD. O acervo contemplava ainda componentes de sensoriamento essenciais para interações avançadas, como sensores de luminosidade (LDR), módulos ultrassônicos de distância, e medidores de temperatura e umidade.

Em razão da quantidade de computadores disponíveis e com o intuito de promover ativamente habilidades socioemocionais, os 14 alunos foram organizados em quatro grupos (duas equipes compostas por três integrantes e duas por quatro integrantes). Essa divisão garantiu que cada equipe assumisse um posto de trabalho equipado com um computador para a etapa de prototipagem virtual e um kit físico para a montagem, exigindo o compartilhamento de tarefas e o trabalho colaborativo em um ambiente de restrição de recursos individuais.

O roteiro da oficina foi desenhado com base na filosofia construcionista e subdividido em dois desafios práticos contínuos. Para cada desafio, a metodologia seguiu três estágios: primeiramente, o pesquisador realizava a exposição teórica do

funcionamento lógico e elétrico dos componentes; no segundo estágio, os alunos criavam o diagrama e o código no ambiente virtual da plataforma Tinkercad, validando a solução; e, finalmente, ocorria a transposição sistêmica, onde o projeto validado era recriado utilizando o hardware real do Arduino. Essa etapa prévia de simulação atuou como redutor de danos, mitigando riscos de curtos-circuitos e conferindo aos estudantes a autonomia necessária para testar hipóteses sem o receio de queimar equipamentos físicos.

O primeiro desafio, intitulado "Sirene", visou introduzir estruturas básicas de repetição, controle sequencial e conceitos elétricos simples de porta lógica. As equipes utilizaram a protoboard, o Arduino, dois LEDs e dois resistores de 1 kΩ. Durante a confecção, constatou-se que a turma possuía forte preferência pela lógica visual em detrimento da digitação de linhas de código; assim, adotou-se rapidamente a programação via blocos lógicos fornecida pelo Tinkercad, exemplificada na Figura 1. A estruturação exigiu a criação de um laço contínuo com intervalos de espera de 500 milissegundos para ligar e desligar portas alternadas, gerando o efeito luminoso e contínuo de uma sirene de alerta.



Figura 1. Código em blocos da sirene no Tinkercad.

O segundo desafio, o "Semáforo", aumentou deliberadamente a complexidade da atividade. Os alunos precisaram coordenar três variáveis de saída simultaneamente (LEDs verde, amarelo e vermelho), transpondo o comportamento real de um sinal de trânsito. Diferente da alternância padronizada da sirene, o semáforo cobrou temporizações assimétricas no código: 1,5 segundos para o estado de permissão (verde), 2 segundos para o estado de atenção (amarelo) e 1 segundo para o estado de parada (vermelho), além de atrasos coordenados para garantir que nenhuma luz

se sobrepusesse à outra. Após os testes de estresse no simulador, a montagem foi replicada nas protoboards das mesas.

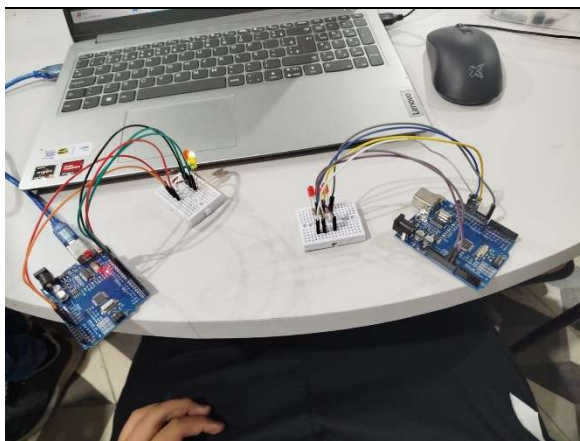


Figura 2. Montagem do semáforo físico.

Ao término da intervenção prática e da experimentação, a coleta de dados foi efetivada através da aplicação de um questionário. Este instrumento buscou mensurar indicadores como nível de motivação, facilitação no entendimento dos conteúdos, incentivo à criatividade, evolução no raciocínio lógico, fomento ao trabalho em equipe, além do índice de aceitação geral da tecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados desta investigação busca avaliar a recepção discente frente à adoção da Computação Física mediada pela simulação no Tinkercad e montagem com a placa Arduino como vetor central de uma nova estratégia de mediação pedagógica. Para uma avaliação abrangente, os dados obtidos pelo questionário estruturado foram cruzados com as observações comportamentais captadas in loco durante as fases de montagem virtual e física dos circuitos eletrônicos.

O primeiro eixo analítico investigou o potencial de engajamento intrínseco gerado pelas ferramentas tecnológicas. Os dados coletados evidenciaram um impacto quantitativamente expressivo e positivo: a totalidade da amostra, isto é, 100% dos 14 participantes, afirmou categoricamente que as atividades com Arduino aumentam a sua motivação para o aprendizado, como mostra a Figura 3. Questionados de forma mais específica sobre o nível de atenção dispensado durante a execução da oficina, 92,9% relataram sentir-se mais interessados nas aulas em que o microcontrolador é utilizado, enquanto uma parcela mínima de 7,1% indicou um ganho parcial nesse interesse, como mostra a Figura 4.

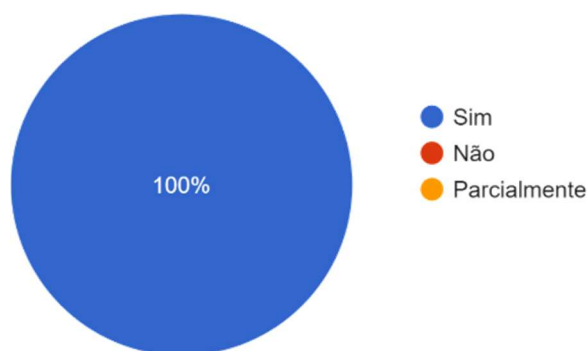


Figura 3. Você acredita que atividades com Arduino aumentam sua motivação para aprender?

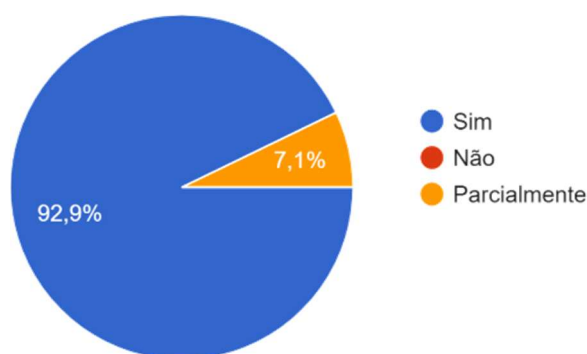


Figura 4. Você se sente mais interessado nas aulas quanto utiliza o Arduino?

Esses índices absolutos e quase unânimes encontram amparo na literatura atual. Segundo Hodges *et al.* (2020), o uso de recursos de Computação Física materializa a aprendizagem, tornando a lógica de programação, historicamente vista como hermética e abstrata, em algo concreto e visualmente recompensador. Chung e Lou (2021) complementam que as interações táteis somadas ao feedback em tempo real, como observar os LEDs acenderem em obediência às linhas de bloco ordenadas no Tinkercad, mitigam as frustrações comuns de programadores iniciantes e ancoram a atenção do indivíduo na tarefa.

Esse interesse reverteu-se diretamente na assimilação cognitiva do tema. Conforme aferido, 71,4% dos participantes, como mostra a Figura 5, atestaram que o uso do hardware físico facilitou a compreensão lógica dos conteúdos abordados, ao passo que 28,6% sinalizaram um auxílio parcial.

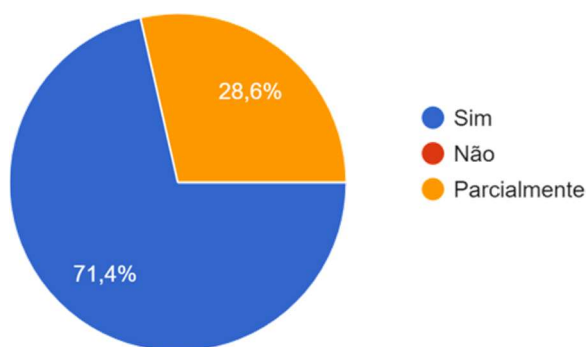


Figura 5. Você considera que o uso do Arduino facilita o entendimento dos conteúdos?

Essa percepção positiva é justificável pela natureza empírica da robótica educacional. Fernandes *et al.* (2018) argumentam que a robótica atua como uma "ponte sólida entre a abstração conceitual e o mundo concreto". Ao estruturarem o circuito digital e repassarem-no para a protoboard, os alunos não se limitaram à assimilação passiva de um algoritmo, mas construíram o conhecimento de forma ativa.

Outro ponto focal da investigação foi a capacidade das ferramentas em transpor o ensino técnico para fomentar competências cognitivas secundárias. Os resultados, ilustrados na Figura 6, atestam sucesso absoluto nessa vertente: 100% dos alunos responderam que as práticas desenvolvidas estimularam a sua criatividade. Quanto ao desenvolvimento do raciocínio lógico estruturado, os resultados foram igualmente promissores: 78,6% afirmaram que a prática auxiliou contundentemente neste desenvolvimento, e 21,4% consideraram a contribuição como parcial, resultado ilustrado pelo gráfico da Figura 7.

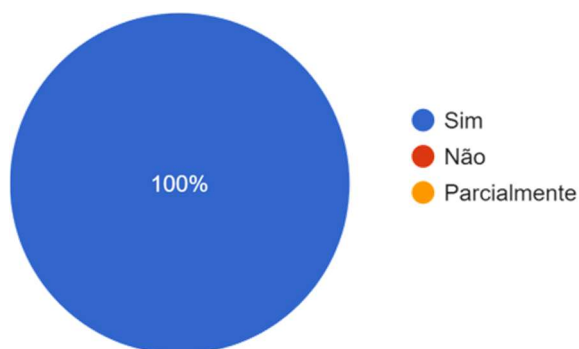


Figura 6. As atividades com Arduino estimulam sua criatividade?

Essa métrica pode ser compreendida através da ótica exploratória permitida pelo simulador Tinkercad. Conforme destacado por Mohapatra *et al.* (2020), o ambiente virtual simula variáveis físicas com fidelidade, permitindo que o aluno desenvolva o pensamento estruturado ao isolar etapas, testar diferentes conexões de fios (jumpers) e reorganizar os blocos lógicos sem o temor de queimar o Arduino.

Essa liberdade incentiva a busca por soluções inovadoras, validando a tese de que a Computação Física favorece a "criação aberta e sem frustrações".

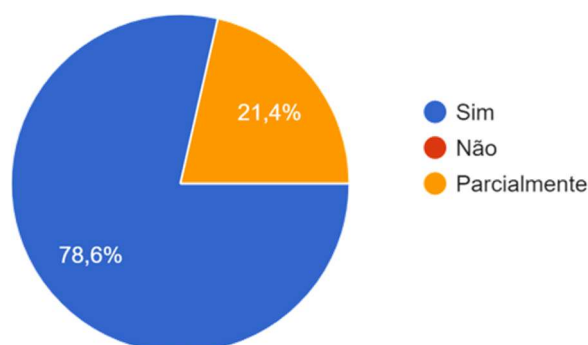


Figura 7. As práticas com Arduino ajudam a desenvolver o raciocínio lógico?

No âmbito socioemocional, a dinâmica da oficina evidenciou o potencial agregador da tecnologia. O instrumento de coleta indicou que 92,9% da turma viu o uso do Arduino como um grande contribuinte para a melhoria do trabalho em equipe (com 7,1% apontando contribuição parcial).

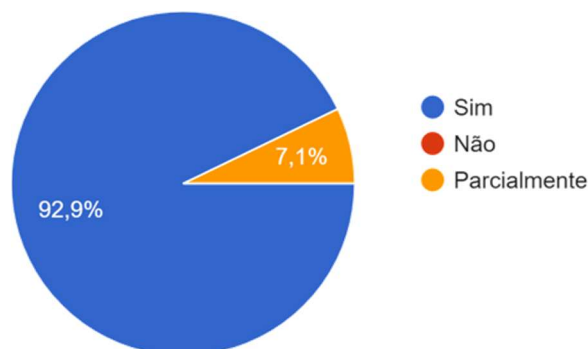


Figura 8. O uso do Arduino contribui para o desenvolvimento do trabalho em equipe?



Figura 9. Colaboração entre alunos.

Isso é explicado pela própria restrição estrutural imposta pelo cenário escolar público. Como os recursos e os computadores eram limitados, a divisão em grupos forçou uma interdependência positiva.

Moraes, Duran e Bittencourt (2023) ressaltam que o respeito e a coesão do grupo são forjados justamente na necessidade de organizar a divisão de tarefas em torno do kit educacional. A observação comportamental registrou que discentes com mais familiaridade atuaram como monitores espontâneos, orientando e auxiliando os colegas nas conexões de jumpers e depuração dos laços de repetição na tela.

Ao serem questionados sobre o uso do Arduino de forma transversal, isto é, aplicado em outras disciplinas regulares, 57,1% dos alunos identificaram alto potencial integrador, como mostra a Figura 10. Contudo, uma parcela considerável afirmou "não saber" (28,6%) ou "não acreditar" (14,3%) nessa possibilidade.

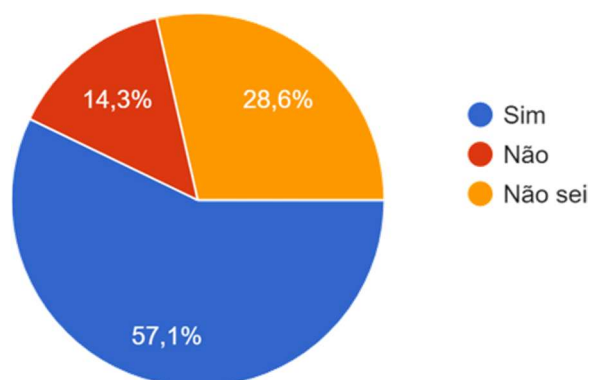


Figura 10. O Arduino pode ser usado em outras disciplinas?

Esse dado demonstra que, embora a atividade exija conceitos primários de eletricidade (Física) e sequenciamento (Matemática), os alunos ainda tendem a compartimentalizar o saber, não percebendo, de imediato, a correlação interdisciplinar que estão executando. Isso indica a necessidade de o professor atuar de maneira mais explícita na intencionalidade de conectar a prática aos currículos formais de outras matérias, como sugerem Martins, Oliveira e Oliveira (2012).

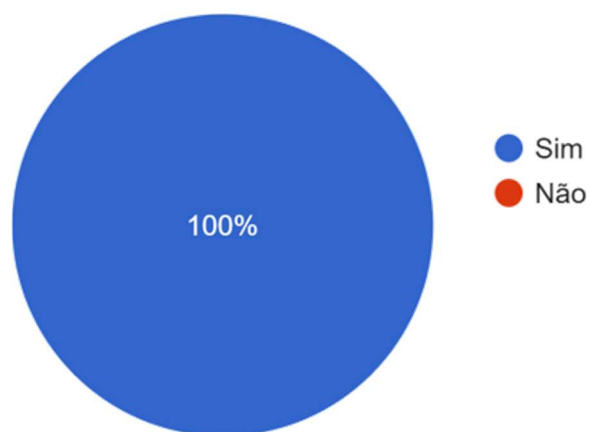


Figura 11. Você gostaria que mais aulas utilizassem o Arduino como ferramenta de ensino?

No que tange à avaliação geral e índice de satisfação, a aprovação foi unânime, como mostra o gráfico da Figura 11. Questionados se desejariam que a ferramenta fosse adotada em mais aulas, como mostra a Figura 12, 100% dos estudantes responderam afirmativamente. Classificando a qualidade da experiência, 71,4% avaliaram o uso como "Muito Bom" e 28,6% como "Bom".

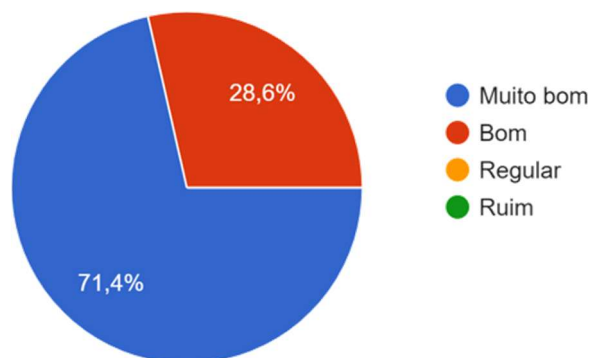


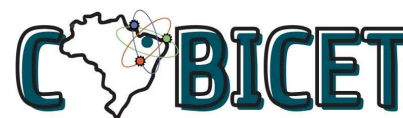
Figura 12. De forma geral, como você avalia o uso do Arduino nas aulas?

Por fim, ao solicitarem uma recomendação em escala numérica de 1 a 10, a avaliação concentrou-se inteiramente no quartil superior: 64,3% atribuíram nota máxima (10), seguidos por volumes equiparados nas notas 9 e 8 (14,3% cada) e um voto para a nota 6 (7,1%).

A observação empírica dos pesquisadores ratificou os números levantados. A postura da turma foi de extremo foco, alinhando-se aos ditames da BNCC e das Normas sobre Computação na Educação Básica, que preveem o exercício do Pensamento Computacional através da decomposição de problemas e pensamento algorítmico.

Ficou nítida a evolução técnica entre os desafios. No primeiro circuito ("Sirene"), a taxa de erros lógicos nos blocos e ligações erradas nos terminais da protoboard foi alta. Contudo, após o choque empírico do erro e a correção no simulador, a equipe ganhou autoconfiança. Na etapa seguinte ("Semáforo"), mais complexa em relação ao sequenciamento e cabeamento, os alunos já estavam habituados ao ambiente do Tinkercad, estruturando e executando o diagrama de forma otimizada e célere.

Diante do êxito na apropriação e na consolidação dessa arquitetura de ensino, propõe-se que a simbiose Arduino-Tinkercad passe a fundamentar projetos temáticos e investigativos nas instituições. Em compasso com os estudos de Bentes *et al.* (2024) e Freitas *et al.* (2024), essas tecnologias de Computação Física têm poder estruturante para transformar a sala de aula em um polo de resolução de problemas, permitindo aos alunos projetar desde sistemas automatizados de irrigação para hortas comunitárias a sensores de economia de energia na própria escola,



reforçando a premissa máxima de Freire sobre a formação do sujeito transformador do seu entorno.

CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que a inserção da Computação Física na educação básica, mediada pelo conjunto Arduino e Tinkercad, representa um vetor de transformação pedagógica eficiente. A dupla validação estrutural (conceber o projeto digitalmente antes da exposição física) mostrou-se uma ponte para minimizar a frustração e preservar os equipamentos modulares, fornecendo segurança para que os discentes testassem seus limites criativos.

A recepção frente aos quesitos de estímulo, raciocínio lógico e colaboração indica que as metodologias ativas mitigam a inércia presente no ensino passivo tradicional. A superação das dificuldades primárias de montagem evoluiu rapidamente para a autonomia discente na resolução de problemas complexos como o controle algorítmico do semáforo.

Ainda que a iniciativa exija pré-requisitos de infraestrutura (acesso a banda larga para uso de simuladores web e aporte material dos kits robóticos), os resultados demonstram que esta integração é altamente replicável e necessária. Conclui-se que a Computação Física transcende a área da Informática, estabelecendo-se como uma matriz interdisciplinar que capacita os jovens não apenas a consumirem, mas a construírem ativamente a tecnologia que permeia a sociedade atual.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao projeto "Mais Ciência na Escola" e à Escola Municipal Maria Odila por viabilizarem o espaço e os recursos necessários, permitindo que esta experimentação tecnológica chegasse aos estudantes. Estendemos os agradecimentos à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e aos apoiadores desta jornada acadêmica.

REFERÊNCIAS

- BENTES, Julian Coelho et al. Computação física e pensamento computacional - cidades automatizadas: uma proposta de livro didático para o 7º ano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 35., 2024, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 3222-3232.
- BRASIL. Ministério da Educação. Normas sobre Computação na Educação Básica: Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC, 2022.
- CHUNG, Chih-Chao; LOU, Shi-Jer. Physical computing strategy to support students' coding literacy: an educational experiment with Arduino

boards. Applied Sciences, v. 11, n. 4, p. 1830, 2021.

- FERNANDES, Manassés et al. Robótica educacional: uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental. In: Workshop de Informática na Escola (WIE). [S.l.]: SBC, 2018. p. 315-322.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREITAS, Maria Lúcia Pascarelli de et al. Computação física e pensamento computacional - sociedade sustentável: uma proposta de livro didático para o 8º ano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 35., 2024, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 3234-3244.
- HODGES, Steve; SENTANCE, Sue; FINNEY, Joe; BALL, Thomas. Physical computing: a key element of modern computer science education. Computer, v. 53, n. 4, p. 20-30, 2020.
- MARTINS, Felipe N.; OLIVEIRA, Hudson C.; OLIVEIRA, Gabriela F. Robótica como meio de promoção da interdisciplinaridade no ensino profissionalizante. In: Anais do Workshop de Robótica Educacional, 2012.
- MOHAPATRA, Badri Narayan et al. Easy performance based learning of arduino and sensors through Tinkercad. International Journal of Open Information Technologies, v. 8, n. 10, p. 73-76, 2020.
- MORAES, João Pedro A.; DURAN, Rodrigo S.; BITTENCOURT, Roberto A. Robótica educacional e habilidades do século XXI: um estudo de caso com estudantes do ensino médio. In: Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP). [S.l.]: SBC, 2023. p. 173-183.