

10° EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APRENDIZADO DE MÁQUINA EM DISPOSITIVOS ARDUINO

HERMANN WALSER DE MARTINS FLORES¹; RILLARY MARIA GONÇALVES
SANTOS²;

¹Técnico do laboratório de Física do IFNMG - Pirapora;

²Discente do 2º ano de Bacharelado em Sistemas de Informação – no IFNMG - Pirapora;

Palavras-chave: Inteligência. Artificial. Aprendizado. Máquina. Arduino.

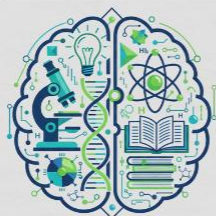
Introdução

Atualmente, o cenário tecnológico vivencia uma evolução contínua, impulsionada pela convergência entre diferentes áreas do conhecimento, o que tem favorecido o surgimento de soluções inovadoras e cada vez mais acessíveis.

Nesse contexto, a plataforma Arduino se destaca como um marco na eletrônica de código aberto por sua acessibilidade, versatilidade e baixo custo, características que tornam possível a criação de projetos de automação, monitoramento e controle em ambientes acadêmicos, industriais e domésticos (Monteiro et al., 2021). Paralelamente, os campos da Inteligência Artificial (IA) e do Aprendizado de Máquina (ML) têm avançado significativamente, permitindo o desenvolvimento de sistemas capazes de aprender a partir de dados, identificar padrões e apoiar processos decisórios sem a necessidade de programação explícita (Bernardi et al., s.d.).

Embora a área de IA apresente avanços expressivos, sua implementação em dispositivos embarcados de baixo custo ainda representa um desafio, especialmente devido a limitações de memória, processamento e consumo energético. Esse problema, cada vez mais discutido na literatura recente, evidencia a necessidade de explorar estratégias, técnicas e ferramentas que permitam a execução de modelos de IA em microcontroladores simples. Assim, a integração entre Arduino, IA e ML constitui um campo emergente, que carece de sistematização teórica e prática para orientar novos estudos e aplicações.

A motivação desta pesquisa surge justamente da necessidade de compreender melhor como essas tecnologias podem ser combinadas de forma eficiente, considerando tanto suas limitações quanto suas potencialidades. No contexto educacional, por exemplo, a plataforma Arduino tem se mostrado um recurso valioso para a difusão dos conceitos de IA, conforme destaca Ponciano (2018), ao evidenciar que atividades práticas envolvendo microcontroladores favorecem o raciocínio lógico, a autonomia, o trabalho colaborativo e a tomada de decisões. Além disso, há um interesse crescente em explorar a viabilidade de soluções inteligentes e sustentáveis em ambientes com recursos computacionais limitados, o que amplia o impacto social dessa integração, abrindo possibilidades para aplicações em áreas como agricultura de precisão, saúde, cidades inteligentes e monitoramento ambiental.



10º EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

Material e métodos /Metodologia:

A metodologia adotada neste trabalho baseou-se nos princípios da pesquisa bibliográfica, envolvendo a identificação, seleção, organização e análise crítica de materiais previamente publicados. O desenvolvimento da investigação seguiu uma sequência estruturada que iniciou pela delimitação do tema e da pergunta de pesquisa, orientando as etapas posteriores de coleta, filtragem e interpretação dos dados. Para garantir rigor e consistência, foram empregadas técnicas de busca sistemática, leitura exploratória inicial e leitura analítica aprofundada.

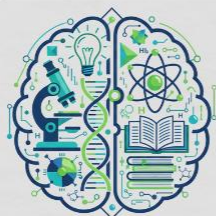
A coleta de dados foi realizada em diversas plataformas acadêmicas, bases científicas e repositórios digitais, incluindo Google Scholar, SciELO, ResearchGate, periódicos especializados de instituições de ensino e pesquisa, além de sites técnicos como a documentação oficial do Arduino e páginas dedicadas ao TensorFlow Lite para microcontroladores. O levantamento bibliográfico utilizou palavras-chave relacionadas a Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, Arduino e TinyML, permitindo identificar textos que abordassem direta ou indiretamente a integração entre essas tecnologias. A seleção dos materiais seguiu critérios de relevância temática, atualidade, rigor teórico e contribuição científica para o entendimento do objeto de estudo.

Concluída a fase de coleta, procedeu-se à análise qualitativa das publicações selecionadas. Essa etapa envolveu a leitura aprofundada e a aplicação da técnica de análise de conteúdo, com o objetivo de extrair e organizar informações relativas aos conceitos fundamentais, abordagens práticas, limitações técnicas, desafios recorrentes e soluções apresentadas pela literatura. A síntese dessas informações permitiu a construção da fundamentação teórica, a identificação dos principais avanços na área e o suporte necessário para a discussão dos resultados.

As etapas do trabalho seguiram uma lógica progressiva, que incluiu a caracterização do problema de pesquisa, o levantamento do referencial teórico, a sistematização das informações obtidas e a integração dos achados em uma análise crítica e coerente. Esse percurso metodológico possibilitou compreender tanto o cenário atual quanto às contribuições potenciais da integração entre IA, ML e dispositivos Arduino.

Resultados e discussão

A análise realizada evidencia que a integração entre a Inteligência Artificial (IA), o Aprendizado de Máquina (ML) e plataformas de prototipagem como o Arduino representa um avanço significativo na aplicação de tecnologias inteligentes em dispositivos de baixo custo. O Arduino, por sua natureza acessível e flexível, constitui uma base ideal para a experimentação e implementação de técnicas de IA, possibilitando a criação de projetos de automação e controle com aplicabilidade prática. Nesse contexto, o Aprendizado de Máquina permite que sistemas aprendam a partir de dados, dispensando a necessidade de programação explícita, enquanto as Redes Neurais, inspiradas no funcionamento do cérebro humano, fornecem a capacidade de reconhecer padrões



10º EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

complexos e tomar decisões autônomas, ampliando o alcance funcional dos microcontroladores (Bernardi et al. s.d., ; Monteiro et al., 2021).

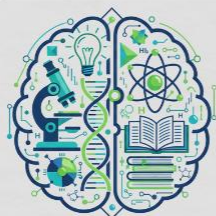
A implementação desses modelos em dispositivos de recursos limitados é viabilizada pelo campo emergente do Tiny Machine Learning (TinyML), que otimiza algoritmos para operar localmente, reduzindo a dependência de servidores na nuvem e minimizando a latência. A adoção de frameworks especializados, como o TensorFlow Lite for Microcontrollers e o Edge Impulse, facilita o desenvolvimento completo, desde a coleta de dados e treinamento do modelo até sua implantação final no hardware, tornando a integração de IA e Arduino não apenas factível, mas também eficiente e escalável.

Contudo, os resultados indicam que essa integração ainda enfrenta desafios técnicos consideráveis. As limitações de memória (SRAM e Flash) e a capacidade de processamento restrita dos microcontroladores exigem soluções de otimização cuidadosas, como compressão de modelos e quantização de redes neurais, para que os algoritmos possam operar de maneira satisfatória. Nesse sentido, o TinyML surge como um facilitador essencial, permitindo que mesmo dispositivos de baixo custo executem modelos de IA complexos, sem comprometer a performance (Heim et al., 2021; Viswanatha et al., 2022)

As aplicações identificadas na literatura refletem tanto o potencial pedagógico quanto o tecnológico dessa sinergia. No âmbito educacional, o Arduino tem sido utilizado como ferramenta prática para o ensino de IA, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, a resolução de problemas e a autonomia dos estudantes (Ponciano, 2018). Em termos de inovação tecnológica, a combinação de Arduino e IA permite criar soluções inteligentes e sustentáveis, com impacto positivo em diversas áreas, desde prototipagem experimental até o desenvolvimento de produtos acessíveis e eficientes. Portanto, os dados analisados indicam que, apesar das barreiras técnicas, as metodologias atuais de TinyML e os frameworks disponíveis consolidam a viabilidade da integração entre IA e Arduino. Os resultados alcançados reforçam a relevância científica e social da pesquisa, ao demonstrar que é possível expandir o acesso à tecnologia, fomentar o aprendizado prático e abrir caminho para novas aplicações inovadoras em dispositivos inteligentes de baixo custo. Dessa forma, o estudo contribui significativamente para a consolidação do estado da arte, servindo como referência para pesquisadores e desenvolvedores interessados em explorar o potencial do Arduino aliado às técnicas de IA e ML.

Considerações finais

A pesquisa bibliográfica realizada demonstra que a integração entre Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina e plataformas como o Arduino apresenta grande potencial, tanto para o ensino quanto para o desenvolvimento de soluções tecnológicas acessíveis. A análise da literatura mostrou que, apesar das limitações inerentes aos microcontroladores de baixo custo, como memória e capacidade de processamento restritas, o uso de técnicas de TinyML e frameworks especializados possibilita a execução eficiente de modelos de IA, ampliando as possibilidades de aplicação desses dispositivos. Observou-se também que a documentação e os recursos disponíveis ainda são concentrados em língua inglesa, o que pode dificultar o acesso de estudantes e pesquisadores em



10º EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

países de língua portuguesa, reforçando a importância de iniciativas que promovam a democratização do conhecimento.

O sistema demonstrou precisão satisfatória, repetibilidade e facilidade de ajuste, além de manter o baixo custo e a praticidade do projeto resultando em um equipamento funcional, acessível e eficiente para treinos individuais.

Trabalhos futuros poderão incluir controle inteligente por sensores, padrões de oscilação configuráveis via aplicativo, variação automática da velocidade de lançamento, uso de algoritmos como PID para melhoria da estabilidade angular.

O levantamento bibliográfico revelou ainda que o Arduino, aliado às técnicas de IA e ML, constitui uma ferramenta valiosa para o ensino prático, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, da autonomia e da capacidade de resolução de problemas. Além disso, a literatura destaca aplicações inovadoras em diversas áreas, demonstrando que a combinação de microcontroladores acessíveis e inteligência computacional pode gerar soluções inteligentes e sustentáveis. Por fim, os dados analisados indicam que, embora existam desafios técnicos, a integração entre IA e Arduino é viável e promissora, abrindo caminhos para novas pesquisas, projetos educativos e aplicações tecnológicas de baixo custo, consolidando a relevância científica e social do tema

Agradecimentos

Gostaríamos de manifestar nossos sinceros agradecimentos ao IFNMG campus Pirapora, cuja infraestrutura e recursos foram essenciais para a realização deste projeto. Agradecemos à diretoria pelo apoio constante e pela crença na importância da pesquisa e da inovação.

Por fim, estendemos nossos agradecimentos a todos os envolvidos, cuja colaboração e comprometimento foram determinantes para o sucesso do projeto. Sem o esforço conjunto e o suporte oferecido por cada um, este trabalho não teria alcançado os resultados esperados.

Referências

GET STARTED WITH MACHINE LEARNING ON ARDUINO. Get started with machine learning on Arduino. 2019. Disponível em: <https://blog.arduino.cc/2019/10/15/get-started-with-machine-learning-on-arduino/>. Acesso em: 22 set. 2024.

BERNARDI, J. S. et al. Arduino e inteligência artificial: soluções sustentáveis para o futuro. In: MOSTRA INTERATIVA DA PRODUÇÃO ESTUDANTIL EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 8., 2024. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2024. p. 5. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br>. Acesso em: 6 jul. 2024

PONCIANO, P. C.; FORNO, M. H. D. Aplicações da ferramenta de prototipagem Arduino no ensino de inteligência artificial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 2018, Fortaleza (CE). Anais [...]. Fortaleza (CE): SBC, 2018. p. 329-332.

CRAIG, J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2005.