

Usando uma Placa de Prototipagem de Sistemas Embarcados na Educação em Computação.

Marcos Vinícius M. Arevalo¹, Felipe José Carbone¹,
Adailton A. Cruz¹, Rodrigo Y. Oeiras¹

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET)
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – Dourados – MS – Brasil

marcos.nikkito@gmail.com

{felipecarbhone, adailtoncruz, rodrigooeiras}@ufgd.edu.br

1. Resumo

No contexto de sistemas embarcados, uma placa de desenvolvimento constitui uma plataforma de hardware para prototipagem, equipada com microcontroladores, periféricos e interfaces de comunicação (*SPI*, *I2C*) projetada para acelerar o desenvolvimento de aplicações envolvendo *hardware* [Silva et al. 2023]. Outra vantagem é evitar o uso de muitos fios e conexões, diminuindo o efeito de mau contato e falhas em dispositivos, favorecendo o estudo sobre a aquisição de dados, o controle de atuadores, *displays* em tempo real e a programação pela linguagem C/C++ dos microcontroladores [Arduino 2026].

O trabalho prático apresenta um potencial robusto de aprendizado em computação [Silva et al. 2023], pois sob um olhar pedagógico temos a convergência entre teoria e prática, fomentando o aprendizado *hands-on* de conceitos básicos de computação presentes na modulação por largura de pulso (PWM), interrupções, gestão de memória e automação e em Internet das Coisas (IoT) preparando o estudante para demandas tecnológicas contemporâneas [Brasil 2016].

No cenário brasileiro, tal abordagem tem o potencial de estimular um ensino baseado em problemas (PBL) no ensino médio, técnico e superior [Perez-Serrano et al. 2021]. Um diferencial deste trabalho é o uso de uma plataforma modificada a partir de outras existentes [Almeida et al. 2016], na qual projetamos um protótipo ^{1 2} para a expansão de entradas e saídas (E/S) mediante a integração de múltiplos microcontroladores via protocolo *SPI*. Além disso, como o protótipo se encontra em fase de desenvolvimento, a arquitetura de hardware está sendo atualizada para substituir componentes fixos por interfaces abertas, disponibilizando portas analógicas de livre acesso. Essa adaptação criará uma interface facilitada para que os alunos conectem seus próprios conjuntos de sensores externos (como temperatura, umidade e pressão), o que estimula projetos interdisciplinares de alta confiabilidade e baixo custo.

O desenvolvimento da placa considerou contemplar os conceitos de sistemas de tempo real e concorrência, redes de comunicação de dados, interface homem-máquina, algoritmos de otimização, inclusão e acessibilidade [Rocha and Baranauskas 2003, Azevedo 2020, Silva 2017]. Os experimentos listados a seguir são as propostas neste trabalho:

¹https://oshwlab.com/marcos_nikkito/tcc-2025;

²<https://tinyurl.com/bdfa9yc3>

- **Semáforo Inteligente com Detecção de Pedestres:** Uso de Interrupções para o botão de pedestre e Timers para o ciclo de luzes.
- **Estação Meteorológica com Log em SD Card:** Protocolos de comunicação (SPI e I2C), sistemas de arquivos (FAT) e serialização de dados (conversão de variáveis em strings para escrita em disco).
- **Cofre Eletrônico com Teclado e Senha:** Máquinas de Estados Finitos (FSM). Uma aplicação para ensinar como um software se comporta em diferentes estados (ESPERA, DIGITANDO, ACESSO_LIBERADO, BLOQUEADO).
- **Monitor de Consumo Energético com Gráfico em Tempo Real:** Processamento de sinais (média móvel), amostragem de dados e otimização de desenho em tela (para não bloquear o processador principal).
- **Comunicador Visual para Alunos Surdos:** Acionamento de periféricos em paralelo e desenvolvimento de tecnologias assistivas, inspirado em outros trabalhos de *hardware* [Moraes and Farias 2025].

A abordagem baseia-se no ciclo de aprendizagem experiencial [Azevedo and Zampa 2021]. Os estudantes utilizam a plataforma seguindo um roteiro de experimentos e são estimulados a observar o comportamento do hardware (ex.: a sincronia entre o MCU Mestre e o Escravo), consolidando a teoria vista com a linguagem C ou em protocolos de comunicação. Após a execução do experimento, o aluno responde a questionários reflexivos para relacionar os procedimentos práticos com os conceitos técnicos. Por exemplo, ao ser questionado "por que houve um atraso na fila FIFO?", o estudante é convidado a aplicar seus conhecimentos teóricos sobre estruturas de dados para justificar o fenômeno observado na prática.

Os experimentos podem ser divididos em níveis de complexidade (base, intermediário e avançado), possibilitando contemplar os diferentes públicos (médio, técnico, superior). A colaboração com outros pesquisadores, técnicos, professores e alunos pode levar a um ecossistema para validar roteiros de experimentos e aplicação em diferentes contextos econômicos (escolas, institutos e universidades), levando a uma discussão sobre a eficácia desta abordagem pela análise dos dados gerados (*Learning Analytics*).

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), como o Moodle [Moodle 2026], podem ser usados para a aplicação dos questionários e entrega de arquivos. Estas ferramentas têm uma característica adicional de possibilitar a análise de dados educacionais, pois geram relatórios sobre o desempenho dos participantes, tais como o tempo de conclusão e o *feedback* de acertos e erros. Estas informações ajudam a identificar os conceitos mais difíceis para os participantes (ex.: interrupções ou gerenciamento de memória), possibilitando a proposição de atividades complementares para ajudar na consolidação do conhecimento. Uma outra vantagem desta plataforma é a possibilidade de gerar arquivos de *backup* do curso, possibilitando o compartilhamento para outros educadores.

A produção do protótipo e dos roteiros de experimentos está em fase de desenvolvimento. Espera-se que a discussão no Laboratório de Ideias fomenta parcerias para a validação da plataforma em diferentes níveis de ensino e o aprimoramento das métricas de *Learning Analytics* integradas aos ambientes virtuais. Informações adicionais sobre a arquitetura da placa e a metodologia proposta podem ser visualizadas no vídeo de apresentação disponível no link: <https://youtu.be/f0knpMbSNN0>.

Referências

- Almeida, R., Moraes, C., and Seraphim, T. (2016). *Programação de Sistemas Embarcados: Desenvolvendo software para microcontroladores em linguagem C*. Elsevier Editora Ltda, Rio de Janeiro, 2 edition.
- Arduino (2026). Arduino IDE 2.3.7. <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 2 de fevereiro de 2026.
- Azevedo, D. G. d. and Zampa, M. F. (2021). A teoria da aprendizagem experiencial de David Kolb na educação profissional e tecnológica: contemplando os estilos de aprendizagem em uma sequência didática. *Educação Profissional e Tecnológica em Revista*, 5(3):5–30.
- Azevedo, E. F. (2020). Utilizando monitoramento e atuação através de sistemas embarcados e móveis para a realização de experimentos em polarimetria. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/68027>.
- Brasil (2016). Resolução nº 5, de 16 de novembro de 2016. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação. Conselho Nacional de Educação. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pdf/resolucoes-do-cne/ces/2016/rces005_16.pdf. Acesso em: 23 mar. 2026.
- Moodle (2026). Moodle: Open-source learning platform. Versão 5.1.3. Disponível em: <https://moodle.org>. Acesso em: 23 mar. 2026.
- Moraes, J. P. A. and Farias, M. L. M. (2025). Oi!: Caixa luminosa para comunicação com estudantes surdos. In *Anais Estendidos do V Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp)*, pages 28–29, Porto Alegre, RS. SBC. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br>. Acesso em: 23 mar. 2026.
- Perez-Serrano, A., Geday, M. A., Quintana, X., and Lopez Hernandez, F. J. (2021). An Intensive Project Based Learning Experience in Programming and Electronics Involving Heterogenous Groups of Students with Different Backgrounds. In *Proceedings of the 15th International Technology, Education and Development Conference (INTED)*, pages 6183–6188, Online. IATED. Disponível em: <https://doi.org/10.21125/inted.2021.1243>. Acesso em: 23 mar. 2026.
- Rocha, H. V. d. and Baranauskas, M. C. C. (2003). *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*. NIED/UNICAMP, Campinas, SP.
- Silva, F., Silva, E., Lopes, K., Brito, W., Bezerra, C., Silva, M., and Menezes, M. (2023). Arduino como ferramenta para ensino de programação em sistemas embarcados: Um relato de experiência. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola (WIE)*, pages 670–681, Porto Alegre, RS. SBC. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/26351>. Acesso em: 23 mar. 2026.
- Silva, J. F. M. C. (2017). Aprendizagem baseada em problemas aplicado ao ensino de sistemas embarcados e internet das coisas na integração teoria e prática. In *Anais do XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2017)*, Joinville/SC. ABENGE.