



A COMPONENTE CURRICULAR MICROCONTROLADORES DENTRO DO CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA DA UPE - POLI: UMA ANÁLISE DA METODOLOGIA E PROCESSO ENSINO - APRENDIZAGEM

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6242

Autores: REMY ESKINAZI

Resumo: Atualmente os dispositivos Microcontroladores são amplamente empregados para construção dos mais diversos tipos de computadores dedicados, também chamados de Sistemas Embarcados. Com a crescente disponibilização das redes de dados, em especial as redes 4G/5G, associadas aos sistemas de endereçamento IPV6, que permite um número quase ilimitado de endereços de dispositivos nestas redes, os sistemas embarcados tiveram um crescimento exponencial nas mais diversas áreas tais como controle e automação, Aeroespacial, Saúde e cuidados Médicos, Militar, Manufatura, Telecomunicações entre várias outras. Neste contexto, a presença e o ensino dos dispositivos Microcontroladores torna-se fundamental dentro dos cursos das engenharias da grande área Elétrica. Neste trabalho, será descrito como este importante componente curricular é trabalhado no curso de Engenharia Eletrônica da Universidade de Pernambuco - Escola Politécnica (UPE - Poli) com sua metodologia e materiais em Hardware e Software

Palavras-chave: Microcontroladores, Componente Curricular, Metodologias

A COMPONENTE CURRICULAR MICROCONTROLADORES DENTRO DO CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA DA UPE – POLI: UMA ANÁLISE DA METODOLOGIA E PROCESSO ENSINO - APRENDIZAGEM

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os dispositivos Microcontroladores são amplamente empregados para construção dos mais diversos tipos de computadores dedicados, também chamados de Sistemas Embarcados. Com a crescente disponibilização das redes de dados, em especial as redes 4G/5G, associadas aos sistemas de endereçamento IPV6, que permite um número quase ilimitado de endereços de dispositivos nestas redes, os sistemas embarcados tiveram um crescimento exponencial nas mais diversas áreas tais como controle e automação, Aeroespacial, Saúde e cuidados Médicos, Militar, Manufatura, Telecomunicações entre várias outras. Tais Sistemas Embarcados podem ser definidos como um sistema baseado em Microcontrolador (ou Microprocessador), estando encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla (Mikroe), (White, 2011). Ao contrário de computadores de propósito gerais (PC's e afins), um sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas predefinidas, geralmente com requisitos específicos. Já que o sistema é dedicado a tarefas específicas, através de sua engenharia, pode-se otimizar o projeto reduzindo tamanho, recursos computacionais e custo do produto. É bastante comum também operar em RTOs (Real Time Operating Systems), uma vez que muitas tarefas tem um determinado *deadline*, ou seja, um período de tempo para que a tarefa seja executada (Miyadaira, 2013). Neste contexto, a presença e o ensino dos dispositivos Microcontroladores tornam-se fundamental dentro dos cursos das engenharias da grande área das Elétricas (Elétrica, Eletrônica, Eletrotécnica, Computação, Energia, Controle e Automação, Telecomunicações, entre outras). Neste trabalho, será descrito como este importante componente curricular é abordado no curso de Engenharia Eletrônica da Universidade de Pernambuco, na Escola Politécnica (UPE – Poli). Espera-se com este trabalho, contribuir para a troca de experiências com outros centros, uma vez que o estudo de tais dispositivos é bastante comum nos cursos correlatos. Este trabalho está organizado da seguinte forma: A seção 2 trata do referencial teórico e trabalhos relacionados. A seção 3 trata da metodologia e estruturação de tópicos da disciplina. A seção 4 trata dos resultados apresentados quanto a evolução de avaliação dos alunos. A seção 5 traz as conclusões deste trabalho e propostas para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item, será descrito um breve referencial teórico de forma a posicionar como os dispositivos microcontroladores são abordados no contexto de componentes curricular dos cursos de engenharia das elétricas.

2.1 HISTÓRICO

Os dispositivos Microcontroladores tem um histórico antigo no contexto de produção de sistemas embarcados. Por estarem na categoria de Circuitos Integrados com alta taxa de integração (VLSI), estes dispositivos acompanharam a evolução tecnológica da fabricação de circuitos integrados das últimas décadas. À medida que a escala de integração aumentava, maiores eram as funcionalidades integradas, sempre acompanhando a evolução tecnológica do momento. Desta forma, o mercado de fabricantes e usuários aumentou

bastante a medida que novas tecnologias de fabricação eram apresentadas. Atualmente a integração de sistemas de comunicação e criptografia, por exemplo, foram adicionadas as capacidades já existentes de processamento. Mais recentemente a integração de recursos de I.A. (Inteligência Artificial) vem sendo operadas e promete ser uma das linhas de evolução mais promissoras destes dispositivos.

Toda esta evolução traz consigo um desafio para os cursos de Engenharia: Como ensinar Microcontroladores aos alunos destes cursos? Existe uma dificuldade primária nas Universidades e Centros de Pesquisa que é o acompanhamento da evolução tecnológica de ponta destes dispositivos. De fato, diversas empresas apenas abrem o acesso a tecnologia mais avançada (estado da arte) no momento de contratação destes estudantes como novos engenheiros para estas empresas. A divulgação é disponibilizada apenas na forma de “*how to use*”, ou seja, na fase de projetos de aplicações usando a tecnologia. É justamente este ponto que a maioria das Universidades atua para formação de seus engenheiros.

Desta forma, é necessária uma estratégia de ensino que prepare o estudante para esta área da engenharia considerando a usabilidade destes dispositivos para projetos funcionais de sistemas embarcados. Por conseguinte, os fabricantes disponibilizam acesso às informações necessárias para a etapa de projeto, além da literatura convencional de usabilidade destes dispositivos (Microchip, 2016).

2.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste sentido, Silva e Cheiran (Silva, 2015) descrevem em seu trabalho o uso de Microcontroladores como ferramenta de apoio para o Ensino de Arquitetura de Computadores. Neste trabalho foram analisadas diversas Universidades, em especial do sul do Brasil, para mapear quais dispositivos Microcontroladores eram utilizados em seus respectivos cursos e como isto impactava no processo de ensino-aprendizagem de outras disciplinas tais como Arquitetura de Computadores.

Uma vez que existem diversos fabricantes e que estes disponibilizam vários dispositivos e/ou famílias destes dispositivos, frequentemente os cursos de engenharia precisam decidir sobre qual plataforma vão basear o seu curso para a disciplina de Microcontroladores, ou seja, qual fabricante e qual família de dispositivos microcontroladores vão utilizar para o ensino dos fundamentos desta tecnologia e como produzir projetos significativos com estes dispositivos. Estas escolhas podem impactar na formação e alcance das habilidades finais dos estudantes.

Na execução das disciplinas, frequentemente são utilizadas ferramentas de software para o desenvolvimento de projetos para as famílias de Microcontroladores (compiladores, montares de código, simuladores). O trabalho de Guzman (Guzmzn, 2008) descreve uma destas ferramentas que é mais frequentemente utilizada para o projeto, simulação e depuração de sistemas microcontrolados. Da mesma forma os módulos de hardware de treinamento (kits didáticos e módulos de desenvolvimento) são frequentemente fornecidos por empresas de hardware. Entretanto, a construção em aulas de módulos didáticos customizados baseados em uma tecnologia de forma a atender as especificidades da disciplina também é um recurso utilizado. (Beltran, 2011) descreve em seu trabalho, a construção de um módulo didático de baseado na família de Microcontroladores Microchip PIC 18F45K50 (Microchip, 2016), para um módulo de treinamento utilizado em controle de

processos e monitoramento de dados utilizado no Curso de Engenharia Eletrônica do Instituto Tecnológico de Los Mochis, México.

Estas características serão vistas na descrição da parte de metodologia e materiais que são utilizados na disciplina de Microcontroladores da UPE - Poli

3 Metodologia aplicada a disciplina de Microcontroladores da UPE – Poli

A componente curricular Microcontroladores faz parte da grade de disciplinas do Curso de Bacharelado em Engenharia Eletrônica na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco em seu Projeto Pedagógico implementado em 2022 com carga horária de 60h/a. A disciplina objetiva a formação de várias competências dos alunos, no que se refere aos sistemas embarcados baseados em Microcontroladores, em especial compreender os recursos e funcionalidades da arquitetura de uma família de Microcontroladores, compreender as sintaxes e funcionalidades das linguagens de programação no desenvolvimento de projetos, dominar as técnicas de interfaceamento, em especial com sensores e atuadores, que são largamente utilizados em sistemas embarcados e aplicar as técnicas de particionamento de funcionalidades em Hardware e Software.

A disciplina está estruturada em aulas teóricas (30% da CH) e práticas (70% da CH). As aulas e conteúdos estão baseados em Microcontroladores e plataformas da família PIC, Arduíno, ESP 32 e em projetos customizados com estas plataformas. Entretanto na fase de implementação de projetos os estudantes são livres para escolher qual a família e plataforma de Microcontroladores desejam utilizar, inclusive outras que não foram abordadas no curso. Note-se que a disciplina não é especificamente para projetos de Sistemas Embarcados, ainda que ao final desta os alunos implementam projetos neste sentido. Já existe um outro componente curricular com este perfil onde a disciplina Microcontroladores é seu pré-requisito.

O maior objetivo desta disciplina é o entendimento da funcionalidade dos dispositivos Microcontroladores, partindo de uma abordagem genérica, mas trazendo estes conceitos fundamentais para a realidade de dispositivos reais ofertados no mercado sempre em uma crescente de complexidade até que estejam aptos a usar as ferramentas de hardware e software para projetos práticos.

Esta crescente de conhecimento é finalizada com a apresentação de projetos desenvolvidos pelos próprios estudantes em uma semana de finalização semestral onde são apresentados os projetos, objetivos, implementação e contribuições.

3.1 Estruturação de tópicos da disciplina

A disciplina está estruturada em tópicos que são norteadores do processo ensino-aprendizagem, a saber:

- Arquitetura genérica de Microcontrolador
- Arquiteturas Havard x Von Neumann
- Microcontroladores da família Microchip PIC
- Microcontroladores Atmel
- Microcontroladores ARM Cortex
- Programação Assembly básica (Microchip PIC)
- Programação C
- Uso de ferramentas (Simuladores, Montadores e Compiladores)
- Proposta e desenvolvimento de projetos

As arquiteturas estudadas na disciplina são de dispositivos já fortemente estabelecidos no mercado de microcontroladores o que vem a facilitar os estudantes que estão em seu primeiro contato. Note-se que a disciplina é embasadora para outras componentes curriculares de fim de curso tais como Arquitetura de Computadores e Projetos de Sistemas Embarcados, como citado anteriormente

3.2 Materiais – Hardware e Softwares utilizados nas aulas e práticas

De forma a apoiar o processo de ensino-aprendizagem boa parte do conteúdo é visto de forma prática associada com a teoria. São utilizados os seguintes recursos para as aulas práticas e desenvolvimento de projetos:

- Kit básico para família Microchip PIC (Programação básica Assembly)
- Módulo de desenvolvimento MikroE para desenvolvimento de projetos na família Microchip PIC (Programação em C/C++)
- Módulo de desenvolvimento MikroE para desenvolvimento de projetos na família ARM (Programação em C/C++)
- Módulos Arduino (Uno, Mega, Lilipad, Nano e shields diversos)
- Módulos ESP32 e Node MCU 8266
- Ferramenta de desenvolvimento MPLAB X e MPLAB IDE (Simulador e Compilador)
- Compilador MikroC Pro for PIC – MikroE
- IDE Arduino
- Simuladores online gratuitos (Tinkercad)

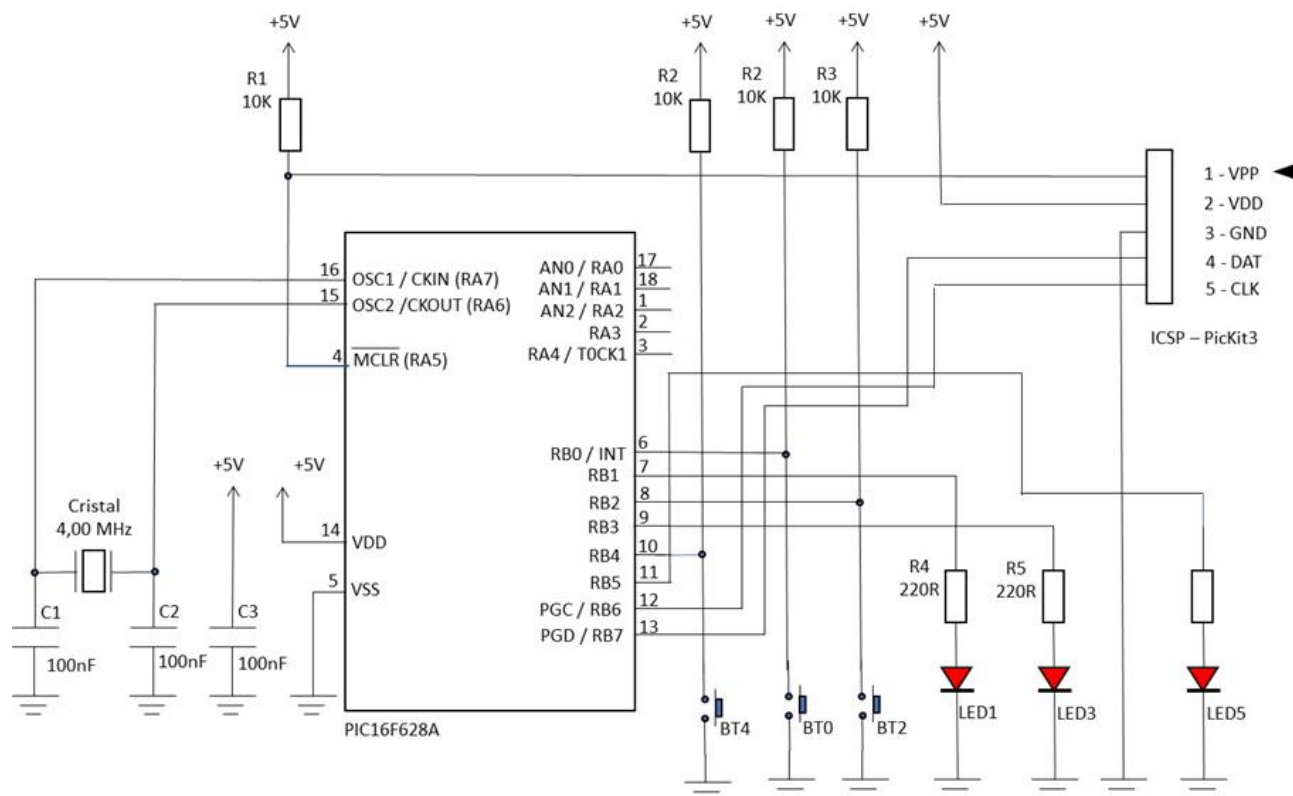
3.3 Construção de kit básico para práticas em linguagem Assembly

Como parte do ensino em Microcontroladores, especialmente nas primeiras aulas, é vista a linguagem de programação assembly. Esta linguagem dos microcontroladores é considerada de baixo nível, com baixíssima abstração e caracteriza-se por ser muito próxima a eletrônica e a arquitetura do dispositivo alvo. Desta forma é necessário o conhecimento dos recursos do Microcontrolador em sua arquitetura, o que é estudado previamente. Didaticamente, a grande vantagem de se programar nesta linguagem é a fixação funcional pelo estudante dos recursos do Microcontrolador além de que, o código executável gerado é bastante curto e eficiente. A grande desvantagem é que o código escrito frequentemente fica extenso, mesmo para funções mais simples, o que estende o tempo de testes e depuração.

Para esta etapa do curso, foi desenvolvido um pequeno módulo didático para a prática em programação assembly. Este módulo é construído baseado na família Microchip PIC. O módulo apresenta como dispositivos de entrada chaves do tipo push-botton e como saída sinalizadores em leds. O módulo disponibiliza barramentos e pinos do microcontrolador para extensão com outros hardwares externos. Também apresenta comunicação serial para programação via programador Microchip PicKit3 (PicKit3, 2016).

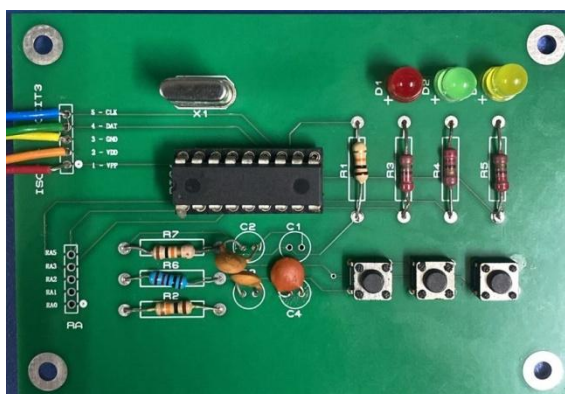
Este recurso é bastante explorado pelos estudantes nas etapas iniciais do curso. A figura 01 mostra o diagrama deste circuito. Nele podem ser observados o Microcontrolador PIC, os barramentos (PortA e PortB), a interface de programação e os dispositivos de entrada (Push Buttons) e Saída (leds). Como já descrito, o grande objetivo deste módulo simples é o teste de códigos construídos com linguagem Assembly de forma a mostrar na prática a funcionalidade de códigos nesta linguagem.

Figura 1 – Circuito de testes para programação básica Assembly.



A figura 02 mostra a implementação física do circuito que é utilizada pelos estudantes para implementação dos códigos em linguagem assembly. A etapa de estudo da linguagem Assembly corresponde a 15% da Carga horária total.

Figura 2 – Implementação do Circuito de testes para programação básica em Linguagem Assembly.



4 Resultados apresentados quanto a evolução de avaliação dos alunos

Como parte do acompanhamento do arcabouço de ações praticadas na disciplina bem como o processo ensino-aprendizagem, tem-se realizado acompanhamentos constantes com as turmas nos últimos semestres de forma a se ter uma resposta de como ocorre a evolução do aprendizado.

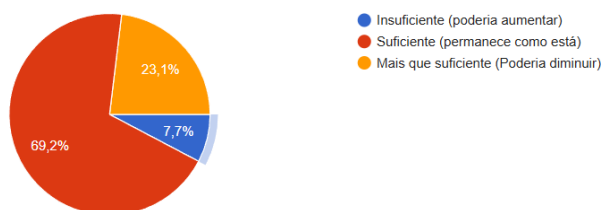
Nesta pesquisa são abordados diversos aspectos norteadores deste processo de evolução, a saber:

- Nível do conhecimento prévio no início do curso
- Avaliação da carga horária
- Possibilidade de acréscimo de outros dispositivos além dos que já são estudados
- Adequação de ferramentas de Hardware e Software ao aprendizado
- Auto avaliação do aprendizado
- Balanço entre aulas teóricas e práticas
- Infraestrutura de aulas teóricas e práticas

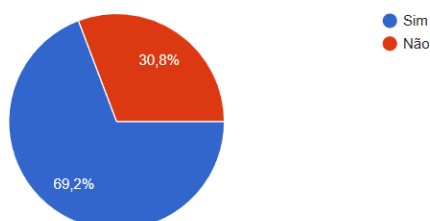
Para cada um destes tópicos foi realizada uma pesquisa qualitativa com estudantes em formação ou que já cursaram a disciplina. Estas respostas servirão para embasar as ações para melhoramento da disciplina, estando aliadas as demandas obrigatórias que devem ser cumpridas dentro do Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Atendendo a cada um dos aspectos listados anteriormente obtiveram-se as seguintes respostas:

Figuras 03 a 09 – Respostas a pesquisa qualitativa quanto a evolução do aprendizado.

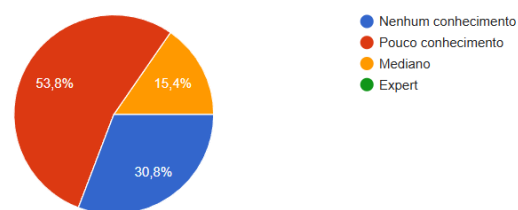
Atualmente a carga horária da disciplina é de 60 h/a. Como você avalia esta C.H.?



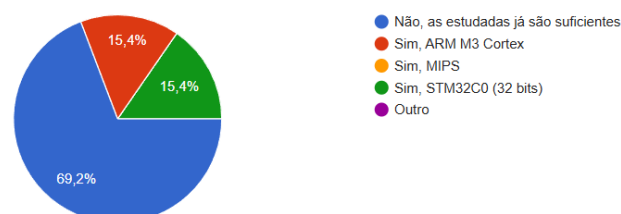
Considerando as arquiteturas estudadas, os recursos de testes (Hardware) e Ferramentas (Software) são suficientes para as aulas práticas?



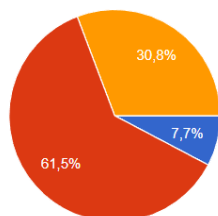
Qual o seu nível de conhecimento em Microcontroladores quando iniciou a disciplina?



Atualmente estudamos Microcontroladores das famílias PIC, Atmel (Arduíno), ESP 32 e Genérica (ARM). Em sua opinião deveríamos acrescentar outras opções de Microcontroladores?

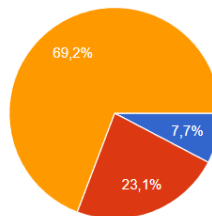


Como você considera seu aprendizado?



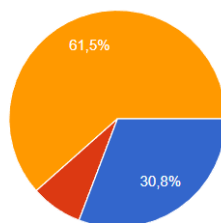
● Tenho dificuldades e ainda li agregar conhecimentos
● Tenho dificuldades mas já consigo aprender um pouco
● Considero suficiente
● Já me considero Expert

Em sua opinião o balanço das aulas (Teoria 30% e Prática 70%) é adequado?



● Não, deveria haver mais aulas teóricas
● Não, deveria haver mais aulas práticas
● Sim, esta divisão é adequada

Em sua opinião as instalações do local de aula (Laboratório) são adequadas para a disciplina?



● Sim, são adequadas
● Não são adequadas
● Em parte, poderiam estar melhor

Nesta pesquisa pode-se perceber que a maioria dos estudantes tem pouco conhecimento em Microcontroladores bem como suas aplicações em Sistemas Embarcados mas não iniciam do estado zero de conhecimento, o que vem a facilitar o processo de ensino – aprendizagem do curso. A carga horária é considerada satisfatória para os estudantes embora a gestão de cursos deseje o aumento desta carga horária para a inclusão de mais tempo para o desenvolvimento de projetos.

As tecnologias estudadas também são consideradas satisfatórias, o que é esperado, pois são estudadas três tecnologias (opções) de Microcontroladores ao longo do curso. Os recursos utilizados nas aulas teóricas e em especial nas aulas práticas são considerados suficientes para o aprendizado.

Uma comprovação disto é que mais de 60% dos estudantes apresenta dificuldades no início do curso, mas consegue progredir no aprendizado.

A premissa da disciplina é que esta seja do tipo *hands-on*, ou seja, essencialmente de ações práticas, pois se estima que esta é a essência de aprendizado. Desta forma os estudantes acham adequada a partição 30% - 60% entre aula teóricas e práticas.

Embora os recursos de hardware e software sejam considerados adequados para as demandas práticas o ponto negativo ficou por conta das instalações do local de sala de aula e Laboratórios. Mais de 60% dos alunos acreditam que deveria ser melhorado, o que vem a servir como ponto de referencia para melhorias futuras.

5 Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho descreveu os objetivos, materiais e métodos e processo de ensino-aprendizagem da disciplina Microcontroladores dentro do curso de Engenharia Eletrônica da UPE - Escola Politécnica de Pernambuco. Sendo uma importante componente curricular dentro dos cursos de Engenharia Eletrônica, espera-se com este trabalho a integração e troca de experiências como forma de aprimoramento constante da disciplina.

Foram descritos a metodologia, o particionamento entre aulas práticas e teóricas, materiais e métodos, a estruturação de tópicos lecionados, e a tecnologia utilizada em termos de Hardware e Software.

Como a disciplina aborda dispositivos que tem larga aplicabilidade no mercado e está susceptível aos avanços tecnológicos constantes na área da Microeletrônica, torna-se importante o acompanhamento do estado da arte aplicado ao mercado, em casamento com a viabilidade de emprego na formação dos estudantes de engenharia Eletrônica.

A pesquisa qualitativa que é periodicamente aplicada aos alunos traz um panorama do status do processo ensino-aprendizagem desta componente curricular, praticamente em tempo real, o que irá nortear ações no presente e futuro para melhoramento da disciplina contribuindo para a boa formação dos estudantes de engenharia eletrônica.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, J, F. AYALA, G. C. FLORES, J. J. M. **Módulo de Entrenamiento Basado en Microcontroladores Pic®: Diseño e Implementación**, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma Indígena de México ISSN: 1665-0441, México, 2019.

GUZMAN, L, FIGUEROA, J. CAROLINA, L. **Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento para microcontrolador 18f4550 con software didáctico para la materia de microcontroladores I y II**, Universidad Politécnica Salesiana, Trabajo de Titulation, pp 57, Quito, Equador - 2021

Microchip, **Microchip Technology Datasheet** (Especificações Técnicas da família de Microcontroladores: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001412G.pdf>, 2016. Acesso em 30/05/2025 Mikroe: <http://www.mikroe.com>, EUA - Acessado em 30/05/2025

MIYADAIRA, A.: **Microcontroladores PIC18 em linguagem C**, Ed. Érica, 2013 ISBN : 9788536502441, São Paulo, Brasil, 2013

PicKit3; **PICkit™ 3 In-Circuit Debugger/Programmer**: <https://www.microchip.com/en-us/development-tool/pg164130>, Acesso em 30/05/2025

SILVA, V. B.; CHEIRAN, J. F. P.: **Análise do Uso De Microcontroladores Como Ferramenta de Apoio ao Ensino-Aprendizagem de Arquitetura de Computadores** - International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE), ISSN 2316-9915, Vol. 4, No 1, p. 01-04, Dezembro 2015.

WHITE, E.: **Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software**, "O'Reilly Media, Inc.", 2011 ISBN 1-449-30214-9, Sebastepol, CA - EUA

Abstract: *Currently, Microcontroller devices are widely used to build the most diverse types of dedicated computers also called Embedded Systems. With the increasing availability of data networks, especially 4G/5G networks, associated with IPV6 addressing systems, which allow an almost unlimited number of device addresses in these networks, embedded systems have experienced exponential growth in the most diverse areas such as control and automation, Aerospace, Health and Medical Care, Military, Manufacturing, Telecommunications, among many others. In this context, the presence and teaching of Microcontroller devices become essential within major areas of Electrical Engineering courses. This paper will describe how this important curricular component is worked on in the Electronic Engineering course at the University of Pernambuco - Polytechnic School (UPE - Poli) with its Hardware and Software Materials methodology. The evaluative results of the students' perception of learning in this discipline will also be presented. It is expected that this work can contribute to the exchange of experiences with other research centers and Universities, since the study of such devices is quite common in related courses.*

Keywords: *Microcontrollers, Curricular Component, Methodology, Embedded Systems*

