

Desenvolvendo um protótipo microcontrolado de sonda espacial de baixo custo para trabalhos de termologia, pressão e umidade

Tháise Silva Alves¹ e Bruno Leonardo do Nascimento Dias²

¹Universidade Federal de Juiz de Fora

²Museu de Astronomia e ciências afins

E-mail: thaise.silva@engenharia.ufjf.br
bruno.astrobio@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.30609/jeti.v4i04.13129>

††

Abstract. Although the prototyping process is traditionally associated with engineering, nowadays, there are several projects in different areas being developed from microcontrolled systems. This work aims to describe how a prototype of a low-cost microcontrolled space probe has applicability to the area of Physics and Astronomy, with the intention of simulating a measurement that would be usefull for such areas, and migh be usefull in a way of understanding how the spacial enviroment works. The materials used to develop the prototype of the low cost microcontrolled probe were a simple ESP32 microcontroller board and a BME-280 temperature sensor. The method for developing the interlocution between the hardware structures and the components coupled in the simulated space probe was the C ++ programming language. Finally, based on the structures that make up the cart, which simulates a space probe through its components, it was possible to collect satisfactory data regarding the temperature and compare it with the environmental conditions provided by meteorological institutes

Keywords: ESP32, Space Probe, Physics, Robotic.

Resumo. Embora o processo de prototipagem seja tradicionalmente associado à engenharia, hoje em dia, existem diversos projetos de áreas distintas sendo desenvolvidos a partir de sistemas microcontrolados. Este trabalho tem como objetivo descrever um protótipo de uma sonda espacial de baixo custo microcontrolada que possui aplicabilidade à área da Física e Astronomia, com a intenção de simular um coletor de medidas úteis para tais áreas, podendo ser utilizada de forma a entender como funciona o ambiente espacial. Os materiais utilizados para desenvolver o protótipo da sonda microcontrolada de baixo custo, foram uma placa de microcontrolador simples ESP32 e um sensor BME-280, que fornece dados de temperatura, pressão e umidade. O método para desenvolver a interlocução entre as estruturas de hardware e os componentes acoplados a sonda espacial simulada foi a linguagem de programação em C++. Por fim, com base nas estruturas que compõem o carrinho, que simula uma sonda espacial através de seus componentes, foi possível coletar dados satisfatórios referentes à temperatura, pressão e umidade, sendo comparadas com as condições ambientais fornecidas por institutos meteorológicos

Palavras-chave: ESP32, Sonda Espacial, Física, Robótica.

1. Introdução

Os sistemas microcontrolados são, em geral, plataformas de computação física de código aberto, que conforme Sullivan e Igoe (2004) [1], baseiam-se em uma placa de microcontrolador simples e um ambiente de desenvolvimento que implementa a linguagem de processamento. Sistemas como esses podem ser autônomos ou podem se comunicar com software rodando em um computador [2]. Segundo Banzi [3], originalmente era destinado a artistas e designers para criar protótipos eletrônicos, sem que estes precisassem se aprofundar muito nisso. Dessa forma, o intuito principal era viabilizar a criação de projetos artísticos para pessoas com pouco conhecimento de programação e eletrônica.

Vale salientar que este tipo de processo de prototipagem eletrônica tradicionalmente sempre foi associado à engenheiros. No entanto, diversos projetos de áreas distintas são desenvolvidos hoje em dia [4]. Muitos projetos interessantes podem ser encontrados em torno de sistemas de automação e microcontrolados. Na verdade, muitos "shields" (placas separadas que podem ser conectadas) são criados para adicionar funcionalidade à placas desses sistemas [5].

Hoje, o mundo em que vivemos está se tornando extremamente dependente da tecnologia. É inegável dizer que o computador é uma importante ferramenta cognitiva que permite ao estudante desenvolver habilidades, interiorizar conhecimentos e organizá-los de modo a construir uma interpretação do mundo que o cerca [6]. Isso significa que há necessidade de uma força de trabalho mais qualificada tecnicamente para construir e manter a tecnologia necessária. Muitas novas tecnologias são interativas, portanto, torna-se mais fácil criar ambientes, nos quais o aprendizado pode ser feito, recebendo feedback e refinando o entendimento e construção de novos conhecimentos [5].

A integração da Física com outras disciplinas, no passado, era muito limitada à integração com a Matemática. No entanto, o ensino da Física não deve se limitar à transferência das leis da Física para os alunos. Na verdade, a razão pela qual devemos ensinar Física aos nossos alunos nas escolas é que a física é um exemplo muito bem-sucedido de metodologia científica.

Hoje em dia, a capacidade de integrar diferentes disciplinas em estratégias de aprendizagem é considerada muito importante. Com o advento de sistemas microcontrolados, é possível equipar totalmente um laboratório com instrumentos suficientes para permitir que cada aluno realize uma série de experimentos e medições sem a necessidade de grandes investimentos. Vale destacar que, em geral, os laboratórios equipados para ensino de Física são raros e quando existem os instrumentos são limitados em número, de modo que na maioria das vezes, não é possível usar individualmente.

Uma razão muito comum para isso é que muitos instrumentos “sofisticados” para ensino de Física são caros e até por vezes complicados para se utilizar. Na maioria das vezes, um professor ou técnico utiliza os equipamentos disponíveis para apenas mostrar algum efeito aos alunos.

Assim, o objetivo principal aqui é construir um carrinho que tenha um sensor de temperatura, pressão e umidade acoplado em sua estrutura, o qual possa coletar informações para futuramente serem trabalhadas em sala de aula através de questões de terminologia ou pesquisas em áreas afins. Por fim, vale destacar que com uma placa ESP32 ou Arduino, além de mais alguns outros componentes e um pouco de imaginação, as possibilidades são praticamente ilimitadas.

2. Materiais e Métodos

O carrinho que servirá de protótipo para a construção de uma sonda espacial de baixo custo (Figura 1) foi equipado por um microcontrolador ESP32 e um sensor de temperatura. O microcontrolador ESP32 é uma placa simples fabricado pela empresa Espressif Systems de baixo custo e baixo consumo de energia, possui conexão Wireless Fidelity (WiFi) padrão 802.11 b/g/n e Bluetooth [7]. Basicamente, este dispositivo serve como uma espécie de comunicador entre os perifériocs e o software, funcionando de maneira análoga a um microcomputador.



Figura 1 - Foto do carrinho que servirá como sonda espacial simulada microcontrolada.
Fonte: Os autores (2021)

Em geral, os sistemas microcontrolados são plataformas de computação física de código aberto. Em particular, neste trabalho a plataforma de desenvolvimento que contém o microcontrolador ESP32 é o NodeMCU-32S (Figura 2).



Figura 2 - Plataforma de desenvolvimento NodeMCU-32s.
Fonte: Os autores (2021)

Na Figura 3 é apresentado o sensor usado no carrinho e possui como função principal fornecer informações de temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), pressão em pascal (hPA) e umidade em porcentagem, podendo servir também como detector de condições ambientais e atmosféricas. As unidades utilizadas no trabalho (celsius, pascal, porcentagem) são as estipuladas por padrão programável através dos códigos inseridos ESP32 através do software, que ao realizar a leitura e coleta de dados gera os resultados. É importante destacar que os padrões escolhidos para serem utilizados como unidade de medidas se baseiam no Sistema Internacional (S.I) de medidas.

Esse tipo de sensor é utilizado em projetos de estações meteorológicas e aperfeiçoamento de navegação GPS.

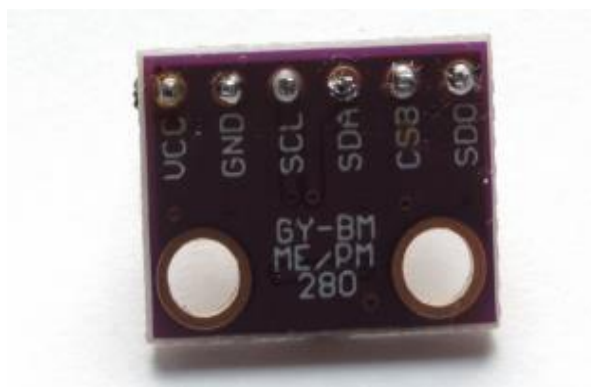


Figura 3 - Imagem do dispositivo BME-280 usado para medir temperatura, pressão e umidade.
Fonte: Os autores (2021)

É importante ressaltar que tanto o microcontrolador, como o sensor integrado são partes que necessitam de comandos para realizarem suas atividades. Para isto, foi utilizado a Integrated Development Environment (IDE) do Arduino que é um software de código aberto utilizado para o desenvolvimento da programação ESP32 (Figura 4). Dessa forma, a interlocução entre as estruturas de hardware e os dispositivos será promovida pela IDE Arduino. Particularmente, neste trabalho foi utilizada a linguagem de programação em C++.

```
#define pnm_HPA (1013.15) //pressão ao nível do mar, vai calcular a altitude de acordo com a pressão
Adafruit_BME280 bme; //criando um objeto na biblioteca do sensor, pra acessar as funções relacionadas
void setup() {
  // setup que vai rodar apenas uma vez
  Serial.begin (9600); //inicio da conexão serial, padrão de bits/s
  if (!bme.begin(0x76)) {
    Serial.println("Não foi encontrado o sensor BME280, verifique suas conexões");
    while (1);
  } //enquanto o sensor não estiver sendo encontrado no endereçamento 0x76, vai nos avisar no monitor.
}

void loop() {
  // setup que vai rodar em loop, várias vezes
  Serial.print ("Temperatura: ");
  Serial.print (bme.readTemperature());
  Serial.println ("°C");
  //imprimindo a temperatura lida pelo sensor em graus Celsius
}
```

Figura 4 - Ambiente de desenvolvimento de texto para escrita do código.

Fonte: os autores (2021).

3. Resultados e discussões

Com as partes do dispositivo BME-280 integradas ao carrinho, foram coletados alguns resultados satisfatórios. Dentre as atividades, foi possível efetuar a medida de temperaturas, pressão e umidade em diferentes intervalos de tempo, podendo assim servir:

1. Para aferir certas condições ambientais;
2. Para trabalhar sistemas de medidas e transformações de unidades em sala de aula;
3. Realizar a transposição das informações coletadas de toda a atividade de forma lúdica e testável, seja para alunos do colegial ou universitários.

Na Figura 7 é possível observar alguns dos valores que foram coletados a partir do sensor BME-280 acoplado ao carrinho.

```

16:17:53.652 -> Temperatura: 27.07°C
16:17:53.685 -> Umidade: 58.19%
16:17:53.719 -> Pressão: 929.18hPA
16:17:58.662 -> Temperatura: 27.08°C
16:17:58.696 -> Umidade: 58.38%
16:17:58.696 -> Pressão: 929.18hPA
16:18:03.680 -> Temperatura: 27.09°C
16:18:03.680 -> Umidade: 58.39%
16:18:03.715 -> Pressão: 929.20hPA
16:18:08.654 -> Temperatura: 27.09°C
16:18:08.688 -> Umidade: 58.30%
16:18:08.723 -> Pressão: 929.16hPA
16:18:13.666 -> Temperatura: 27.09°C
16:18:13.701 -> Umidade: 58.26%
16:18:13.701 -> Pressão: 929.17hPA
16:18:18.669 -> Temperatura: 27.09°C
16:18:18.703 -> Umidade: 58.19%
16:18:18.703 -> Pressão: 929.20hPA

```

Figura 7 - Tela interativa de resultados coletados pelo sensor BME 280.

FONTE: O autor (2021).

Com base nos resultados obtidos foi possível efetuar a comparação entre os valores do mesmo dia e horário, com os oferecidos no google para a cidade de Juiz de Fora, em Minas Gerais, tal como mostra a Figura 8.

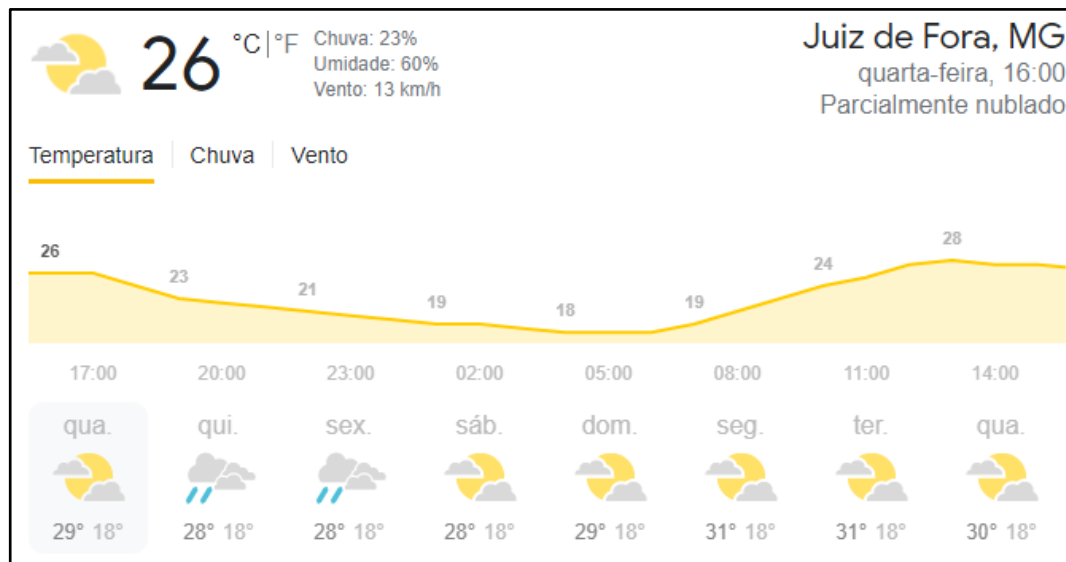


Figura 8 - Dados da temperatura e umidade relativa obtidas no google. FONTE: Google Search, [8].

É importante salientar a comparação entre os dados obtidos e os presentes na pesquisa realizada no Google Search, é possível notar que os resultados batem de forma favorável. A temperatura medida pelo sensor teve uma variação em relação a do site Google Search de + ou - 1° C. Enquanto a diferença entre os valores obtidos umidade relativa e os utilizados como referência foi de aproximadamente 0.70.

De posse dessas informações, uma maneira de se desenvolver atividades de ensino de ciências, seria trabalhar a conversão de sistemas de medidas, realizando a transformação de Celsius para Kelvin (equação 1) ou para Fahrenheit (equação 2).

$$0^{\circ}\text{C} + 273,15^{\circ} = 273,15^{\circ} \text{K} \quad (1)$$

$$(0^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = 32^{\circ}\text{F} \quad (2)$$

Outro assunto pertinente que poderia ser desenvolvido com dados coletados, seria análise do comportamento de um gás “ideal”. Esse procedimento é desenvolvido através de uma expressão matemática proposta pelo físico-químico e engenheiro civil francês Benoit-Pierre-Émile Clapeyron, conhecida como equação de Clapeyron:

$$P.V = n.R.T \quad (3)$$

Nesta fórmula, P é a pressão gerada pelo gás nas paredes do recipiente; V é o volume ocupado pelo gás e pode ser expresso em litros ou metros cúbicos; n é o número de mol (quantidade de matéria do gás); R é a constante geral dos gases proposta por Clapeyron e depende da unidade da pressão utilizada (em atm, vale 0,082; em mmHg, vale 62,3; em KPa, vale 8,31); T é a temperatura na qual o gás é submetido (sempre utilizada na unidade Kelvin).

Assim, todas essas questões que já são trabalhadas em sala de aula conseguem ser incrementadas por um sistema microcontrolado de forma a tornar mais lúdica a experiência.

4. Conclusões

A vivência das etapas de um projeto espacial como este possui inúmeros efeitos sobre os discentes. Aos discentes que desenvolvem o projeto é necessário aprender a escolher os componentes, elaborar os circuitos embarcados, fazer a integração dos componentes, projetar a estrutura, testar todo o sistema, preparar o equipamento e finalmente analisar os dados científicos obtidos. Isso ajuda a desenvolver o respeito e vislumbrar a importância dos

conceitos da Física e suas aplicações. Aos discentes do ensino médio é possível compreender de forma prática o que ele está estudando com menor abstração e ter uma experiência empírica-multidisciplinar. Por fim, espera-se que este artigo possa ser utilizado como referência para alunos de graduação, principalmente, por aqueles que estejam trabalhando pela primeira vez com este tipo de atividade

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Hugo Ricardo Giles Nicolau pelas contribuições fornecidas para o desenvolvimento deste trabalho, ao Dr. Evandro Bastos dos Santos pelo fomento inicial de ideias que contribuíram para a geração deste trabalho e agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora pelo apoio para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Referências Bibliográficas

- [1] O'Sullivan, D., & Igoe, T. Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers. Course Technology Press, 2004.
- [2] Arduino, "Introduction: What is Arduino?" Site: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>. Acessado em 10/01/2021
- [3] Banzi, M. O'Reilly Media. Inc. Getting Started with Arduino, 10, 978-1, 2009.
- [4] Melgar, E. R., & Diez, C. C. Arduino and kinect projects: Design, build, blow their minds. Apress, 2012.
- [5] Forcier, R. C., & Descy, D. E. The computer as an educational tool: Productivity and problem solving. Merrill/Prentice Hall, 2002.
- [6] Severino, E. Z. G. Recursos virtuais em aulas de laboratório de física. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2006.
- [7] Kolban, N. Kolban's Book on ESP32, 2017.
- [8] Informação em <https://www.google.com/search?client=opera-gx&q=clima&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>