

O USO DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE FÍSICA

USING A WEATHER STATION WITH ARDUINO: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO TEACHING PHYSICS

USO DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CON ARDUINO: UN ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Gustavo Alves Mendes¹, Fernando de Freitas Marques Calazans², Subênia Karine de Medeiros³, Jusciane da Costa e Silva⁴

DOI: 10.54899/dcs.v23i86.3582

Recibido: 16/10/2025 | Aceptado: 17/10/2025 | Publicación en línea: 16/01/2026.

RESUMO

O uso do Arduino no ensino de física tem se mostrado uma ferramenta eficaz e acessível, possibilitando a realização de experimentos interativos e de baixo custo. A construção e o uso de uma estação meteorológica com Arduino se apresenta como uma alternativa mais acessível ao uso de experimentos em sala de aula, auxiliando no desenvolvimento do conhecimento através do monitoramento de grandezas como temperatura, pressão atmosférica e umidade do ar, que possibilita que os estudantes associem os conceitos teóricos estudados em sala de aula. Além disso, proporciona, os estudantes desenvolverem habilidades em programação e análise de dados, promovendo um aprendizado interdisciplinar. Neste trabalho propomos a construção de um protótipo de uma miniestação meteorológica utilizando Arduino como recurso didático para estudar conceitos termodinâmicos. A partir dos dados coletados, os alunos podem comparar suas medições com os dados de uma estação meteorológica profissional permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico e a análise de fenômenos naturais.

Palavras-chave: Arduino. Estação Meteorológica. Ensino de Física. Experimento.

ABSTRACT

The use of Arduino in physics teaching has proven to be an effective and accessible tool, enabling interactive, low-cost experiments. Building and using a weather station with Arduino offers a more accessible alternative to classroom experiments, aiding in the development of knowledge through the monitoring of variables such as temperature, atmospheric pressure, and humidity, enabling students to connect theoretical concepts studied in class. Furthermore, it allows students

¹ Graduando Engenharia da Computação, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: gust4v0.a.mendes@gmail.com

² Graduando em Engenharia Elétrica, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: fernando.calazans@alunos.ufersa.edu.br

³ Doutora em Física, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: subenia@ufersa.edu.br

⁴ Doutora em Física, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: jusciane@ufersa.edu.br

to develop programming and data analysis skills, fostering interdisciplinary learning. In this work, we propose building a prototype of a mini-weather station using Arduino as a teaching resource to study thermodynamic concepts. Using the collected data, students can compare their measurements with those from a professional weather station, enabling the development of critical thinking and the analysis of natural phenomena.

Keywords: Arduino. Weather Station. Physics Teaching. Experiment.

RESUMEN

El uso de Arduino en la enseñanza de la física ha demostrado ser una herramienta eficaz y accesible, que permite realizar experimentos interactivos y económicos. Construir y utilizar una estación meteorológica con Arduino ofrece una alternativa más accesible a los experimentos en el aula, facilitando el desarrollo de conocimientos mediante el monitoreo de variables como la temperatura, la presión atmosférica y la humedad, lo que permite a los estudiantes conectar los conceptos teóricos estudiados en clase. Además, permite a los estudiantes desarrollar habilidades de programación y análisis de datos, fomentando el aprendizaje interdisciplinario. En este trabajo, proponemos construir un prototipo de miniestación meteorológica utilizando Arduino como recurso didáctico para estudiar conceptos termodinámicos. Con los datos recopilados, los estudiantes pueden comparar sus mediciones con las de una estación meteorológica profesional, lo que facilita el desarrollo del pensamiento crítico y el análisis de fenómenos naturales.

Palabras clave: Arduino. Estación Meteorológica. Enseñanza de la Física. Experimentación.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O uso de plataformas de prototipagem, como o Arduino, no ensino de física tem se destacado como ferramenta promissora e inovadora, proporcionando aos estudantes a possibilidade de realizar experimentos práticos e de forma simples e acessível. O Arduino, com seu baixo custo e versatilidade, possibilita a construção de vários experimentos que, tradicionalmente, requerem equipamentos caros e complexos. Além disso, o uso do Arduino favorece a integração de diferentes áreas de conhecimento. Trabalhos que propõem aquisição e análise automática de dados em experimentos têm ganhado relevância devido ao seu caráter interdisciplinar, integrando robótica, física e análise de dados e gráficos (Souza, 2025; Scarton, 2024; Mannrich, 2024; Costa e Silva, 2023).

Este tipo de abordagem interdisciplinar permite que os alunos tenham um entendimento mais amplo das tecnologias e das ciências, contribuindo para o desenvolvimento de competências

que são importantes para o mundo moderno. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, o desenvolvimento científico e tecnológico deve ser fundamentado na contextualização do conhecimento, a partir da realidade vivenciada pelos alunos, garantindo que a aprendizagem seja significativa e relevante para a sociedade. As diretrizes afirmam que “a apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes” (Brasil, 2013, p. 167).

Neste contexto, a construção e uso de uma estação meteorológica utilizando Arduino surge como uma alternativa de baixo custo e eficácia, especialmente em escolas públicas que carecem de laboratórios. Este tipo de experimento, simples de montar e operar, permite que os estudantes monitorem parâmetros como temperatura, pressão atmosférica, umidade do ar, velocidade do vento, radiação solar, chuva, dentre outros, facilitando a aprendizagem dos conceitos físicos. Além disso, os estudantes podem observar como os dados meteorológicos variam com o tempo, e assim fazer correlações com fenômenos naturais que ocorrem no cotidiano.

Além disso, a estação meteorológica usando Arduino também contribui para o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares. Os estudantes não apenas aprendem física, mas também habilidades em programação, análise de dados e resolução de problemas. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) os dados obtidos através de uma estação meteorológica têm uma gama de aplicações. Na agricultura são essenciais para monitorar as condições climáticas e garantir uma boa colheita. Na marinha e aeronáutica contribuem para a segurança fornecendo dados precisos para navegação e voo, e no turismo fornece informações detalhadas sobre o clima, tornando possível planejar atividades. Portanto, as habilidades vão além das pedagógicas e, em um mundo cada vez mais interconectado, essas competências são fundamentais para a formação de cidadãos preparados para as demandas atuais.

Neste trabalho, propomos a construção e utilização de um protótipo de estação meteorológica com Arduino, para fins didáticos nas aulas de física e meteorologia, possibilitando um estudo prático de grandezas termodinâmicas. Com os dados coletados, os estudantes podem comparar com os obtidos por estações meteorológicas profissionais, como a do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do INMET, que disponibilizam o acesso gratuito a dados das medidas, proporcionando uma oportunidade para o desenvolvimento do pensamento crítico e analisar a precisão de suas medidas, bem como identificar possíveis discrepâncias. Nossos dados

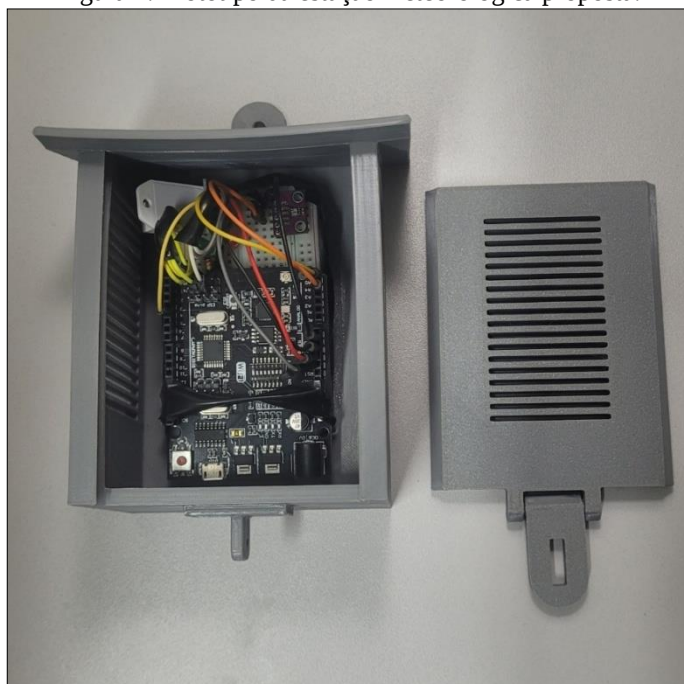
foram comparados com a estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), campus Mossoró/RN. Os resultados obtidos mostram uma baixa variação entre os valores absolutos medidos, permitindo fazer uma boa aproximação dos dados meteorológicos de estações profissionais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Uma estação meteorológica é um conjunto de instrumentos ou sensores que recolhe dados para análise do tempo meteorológico, sendo capaz de registrar várias grandezas físicas, como: temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade do ar, intensidade luminosa, pluviometria entre outros (Silva, 2024). Uma estação meteorológica simples, quando equipada com sensores adequados, pode medir vários parâmetros meteorológicos. A estação proposta neste trabalho utiliza o Arduino para monitorar os valores de temperatura, pressão atmosférica e umidade do ar.

A Figura 1 apresenta a estrutura da estação aberta, construída utilizando uma placa Arduino, sensor de umidade DHT22, sensor de temperatura e pressão atmosférica BMP280 e uma estrutura de ácido polilático (PLA) feita numa impressora 3D. Na realização das medições, a estrutura da estação foi fechada e posta em um local a céu aberto.

Figura 1. Protótipo da estação meteorológica proposta.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Temperatura

A temperatura é medida pelo grau de agitação das partículas, quanto maior for o grau de agitação, maior será a temperatura (HALLIDAY, 2016). A partir dessa definição o professor pode trabalhar o conceito de equilíbrio térmico, quando um corpo com maior grau de agitação (temperatura maior) cede essa agitação a outro com menor grau de agitação (temperatura menor). Outra grandeza que pode ser inserida é a de calor, que é a transferência de energia dos corpos devido às temperaturas diferentes. Além disso, é importante o professor associar a situações do cotidiano, como porque o café esfria ou o refrigerante esquenta quando expostos à temperatura ambiente.

Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica é a força exercida pela coluna de ar sobre uma superfície devido ao peso das moléculas de ar na atmosfera (Engenharia Elétrica, 2025). A pressão atmosférica sofre variações conforme as altitudes e as condições de temperatura do ar. A pressão atmosférica normalmente é medida em milibares (mbar) ou em hectopascal (hPa).

Umidade do Ar

A umidade é a quantidade de água em forma de vapor dispersa pelo ar e é de grande importância na atmosfera influenciando a temperatura, a sensação térmica e os períodos de chuva. O vapor de água determina a umidade relativa do ar e sofre influência direta da temperatura. A umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade máxima de vapor que o ar pode admitir na mesma temperatura (ESGANZELA, 2014). A umidade relativa do ar é medida por instrumentos denominados higrômetros.

METODOLOGIA

Arduino®

Arduino é uma plataforma de código aberto, que permite o desenvolvimento de projetos

de eletrônica de maneira mais facilitada. O seu hardware consiste em uma placa com um microcontrolador programável, um regulador de tensão de 5V, um cristal oscilador e diversas portas de entrada e saída, digitais e analógicas, que auxiliam no controle das funções do microcontrolador e facilitam a criação de experimentos científicos e aplicações tecnológicas. Na área da física experimental, o Arduino se destaca como uma ferramenta valiosa devido à sua capacidade de coletar, processar e transmitir dados de sensores com alta precisão e baixo custo.

Além disso, a plataforma Arduino também oferece um software, um ambiente de desenvolvimento integrado, que disponibiliza diversas ferramentas que ajudam a desenvolver programas para a placa Arduino.

Para esse trabalho, visando a entrega de dados mais eficiente, foi utilizado o modelo Uno R3 Wi-Fi, que possibilita o envio e a coleta de dados de forma remota, através de uma conexão a uma rede de internet, facilitando o estudo dos dados e expandindo os locais de aplicação da estação meteorológica.

O modelo Uno R3 Wi-Fi, consiste em uma placa Arduino que possui dois microcontroladores, sendo eles o ATmega328P e o ESP8266. O ATmega328P é um dos microcontroladores mais utilizados na plataforma Arduino, responsável pela coleta de dados de sensores, controle de atuadores e operações lógicas e matemáticas. Já o ESP8266 é responsável pela conexão sem fio da placa, que possibilita a coleta e envio de dados pela internet, sendo amplamente utilizado em projetos voltados à IoT (Internet of Things).

Sensores

Para a coleta dos dados meteorológicos, foram utilizados dois sensores: o sensor DHT22, para medir a temperatura e a umidade relativa do ar, e o sensor de pressão BMP280, para medir a pressão atmosférica.

O sensor DHT22 é um sensor de baixo custo, boa precisão e de fácil integração, que pode medir temperaturas na faixa de -40 a 80°C e umidade relativa de 0% a 100%. Além dele, também seria possível utilizar o sensor DHT11, que seria uma versão relativamente mais barata, porém que abrange uma faixa menor de medida, chegando a medir temperaturas de 0 a 50°C, e umidade relativa de 20 a 90%, que também pode ser útil para aplicações mais simples, que não exijam expor o sensor a temperaturas muito extremas.

O sensor BMP280 é um dispositivo altamente versátil e preciso para medir pressão

atmosférica, além de temperatura e altitude, porém não utilizaremos as medidas dessas últimas duas grandezas. Possui uma ampla faixa de medida de pressão, de 300 a 1100 hPa, equivalente a altitudes de aproximadamente +9000 a -500 metros acima ou abaixo do nível do mar, com uma precisão de 0,12 hPa.

Google App Script

Para a realização da análise gráfica dos dados coletados, foi utilizado o programa de planilhas online, o Google Sheets, que também disponibiliza uma integração com a ferramenta Google App Script, que permite a integração e automação de tarefas nos produtos do Google. Essa ferramenta permitiu realizar o envio dos dados coletados direto da placa Arduino® para a planilha, utilizando apenas a conexão sem fio do ESP8266, sem a necessidade de qualquer intervenção dos pesquisadores.

Desenvolvimento do Protótipo

O experimento consistiu na medição dessas três grandezas, utilizando os sensores citados, e a análise gráfica dos dados obtidos, comparando-os com os dados de algumas estações meteorológicas que tivemos acessos através da Ufersa: uma disponibilizada pelo Laboratório de Instrumentação, Meteorologia e Climatologia (LABIMC) e a outra de um Projeto de Análise e Melhoramentos em Sistemas Fotovoltaicos (AMSF), ambos do campus da Ufersa em Mossoró. Os dados coletados são enviados de forma totalmente automatizada para uma planilha do Google Sheets, através da conexão sem fio à internet, utilizando a placa Arduino R3 que possui um ESP8266 embutido. Portanto, o processo é dividido em duas etapas:

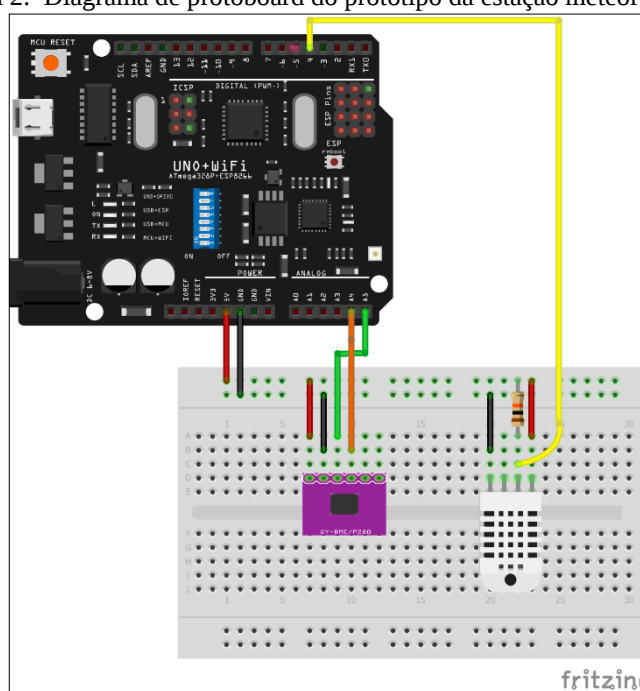
- O microcontrolador principal do Arduino®, o ATmega328P, fica responsável por receber os dados medidos pelos sensores e enviar para o ESP8266, através da comunicação serial interna entre eles;
- O ESP8266, ao receber os dados do ATmega328P, envia os dados diretamente para uma planilha do Google Sheets, através de uma requisição em HTTP para um script criado através do Google Apps Script, de forma totalmente automática.

Devido à forma de funcionamento da placa, cada um dos microcontroladores, o ATmega328P e o ESP8266, possuem seus respectivos códigos de coleta e envio dos dados, que

são executados individualmente, porém comunicando-se continuamente, transmitindo os dados coletados do ATmega328P para o ESP8266. Os dados coletados pelos sensores foram enviados pelo ESP8266 em intervalos regulares de 10 minutos, garantindo uma atualização periódica e contínua das medições.

A Figura 2 mostra o diagrama de protoboard do protótipo da estação meteorológica, exibindo toda a montagem do circuito entre a placa Arduino e os componentes utilizados para medir a umidade, com o sensor DHT22 à direita, e a temperatura e a pressão atmosférica, com o sensor BMP280 à esquerda.

Figura 2: Diagrama de protoboard do protótipo da estação meteorológica.



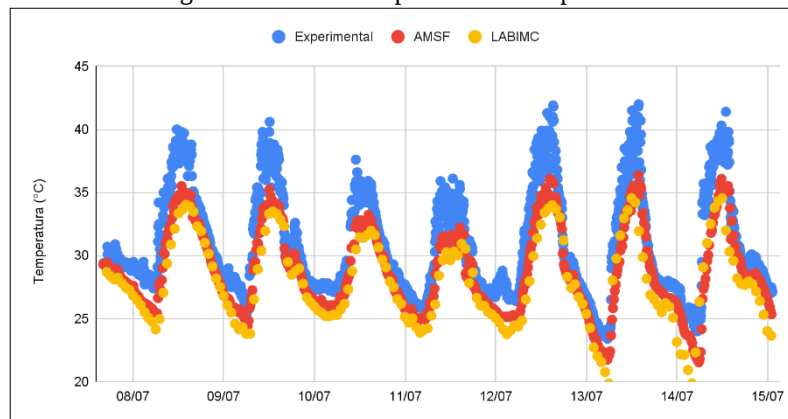
Fonte: Elaborado pelos autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante sete dias, de 08 a 14 de julho de 2025, foram realizadas medidas de temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica na estação meteorológica proposta, onde foi possível observar seu comportamento, e comparar as medidas obtida pelo protótipo com as medidas de duas outras estações meteorológicas: a CAMPBELL SCI, da LABIMC (Usinas Solares da UFERSA, 2025); e a estação do grupo de pesquisa AMSF (Engenharia Elétrica, 2025). O protótipo da estação foi posicionado em um ambiente aberto, próximo da estação meteorológica de referência do projeto AMFS.

Na Figura 2 é mostrado a variação da temperatura durante a semana da coleta dos dados (linha azul), coletados com o sensor DHT22 e os dados obtidos com a estação meteorológica do projeto de pesquisa AMSF (linha vermelha) e do laboratório da Ufersa, a LABIMC (linha amarela).

Figura 3: Gráfico comparativo da temperatura.

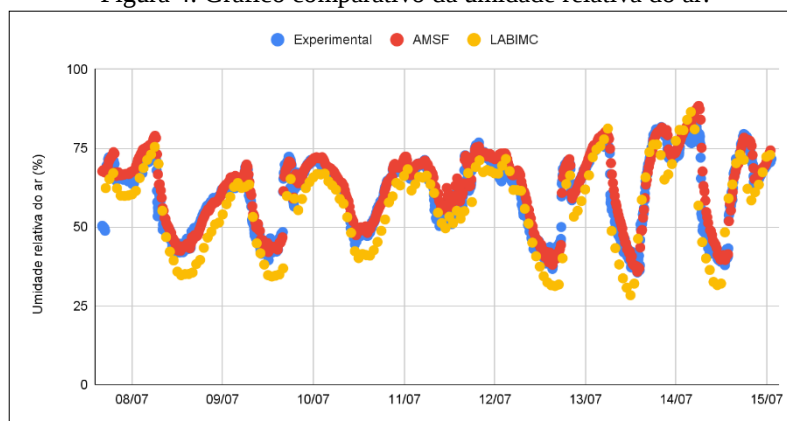


Fonte: Elaborado pelos autores

A princípio, é possível observar uma diferença entre as medidas dos sensores de cada estação, devido à diferença entre a sensibilidade dos sensores, visto que o protótipo utiliza sensores de baixo custo, tendo uma variação média de 2-3 °C se comparada com as referências. Além disso, o material utilizado para a montar a estrutura do protótipo pode ter influenciado no valor medido. Portanto, apesar da variação relativamente baixa, é perceptível que ambas as estações possuem um comportamento semelhante.

Analisando o comparativo da umidade relativa do ar, na Fig. 3, é possível observar que o sensor DHT22, utilizado no protótipo sofreu um comportamento parecido aos dados de temperatura, visto anteriormente, possuindo algumas variações em relação aos valores das referências, tendo uma variação média de $\pm 6-7\%$, porém apresentou valores mais parecido com a referência mais próxima, da estação do projeto AMFS.

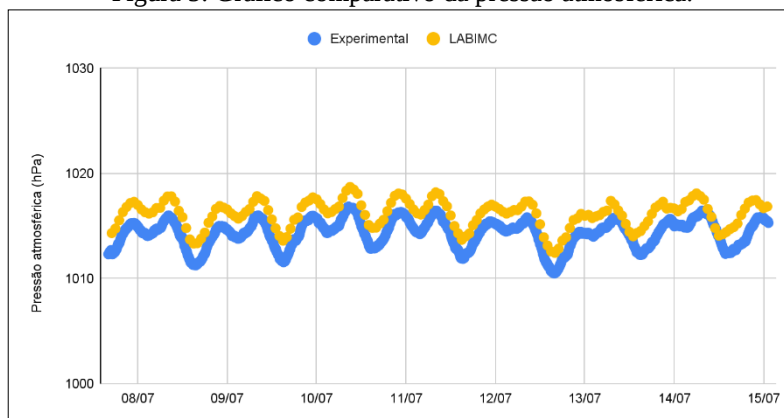
Figura 4: Gráfico comparativo da umidade relativa do ar.



Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 mostra os dados coletados da pressão atmosférica versus os dias da coleta usando o sensor BMP280. Note que os dados do nosso protótipo têm comportamento semelhante aos dados da estação da LABIMC em todos os momentos, tendo apenas valores relativamente menores, o que é justificado, dado a diferença entre os microclimas de cada local das estações.

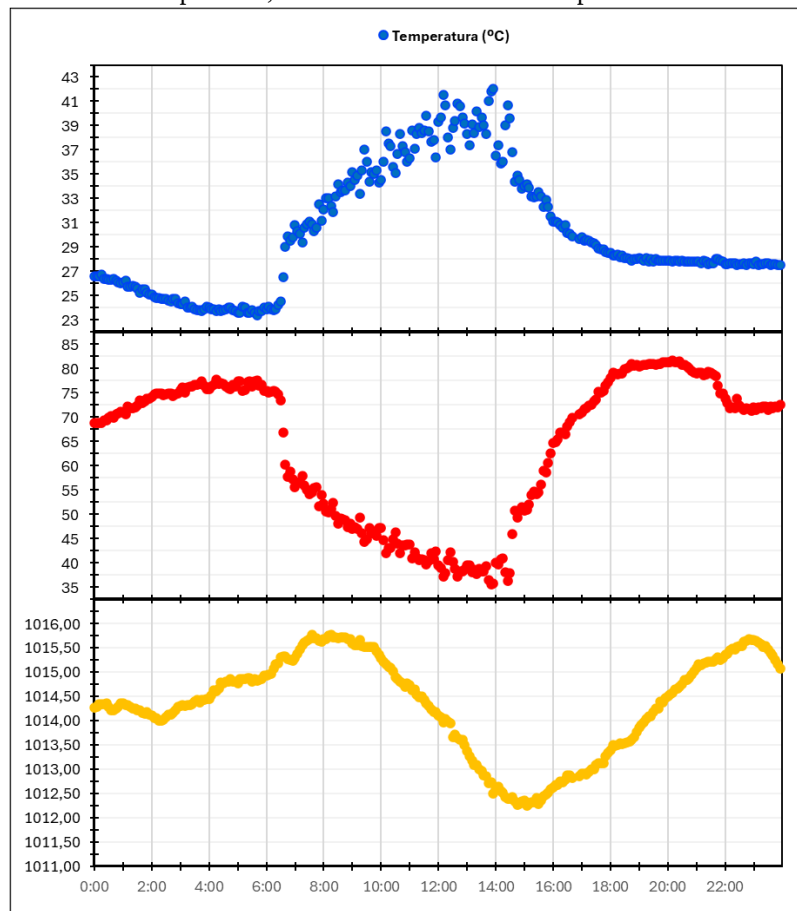
Figura 5: Gráfico comparativo da pressão atmosférica.



Fonte: Elaborado pelos autores

Além disso, as figuras 5, 6 e 7 mostram, respectivamente, o registro gráfico da temperatura, umidade relativa do ar e a pressão atmosférica, medido pelo protótipo da estação, no dia 13 de Julho de 2025.

Figura 5: Comportamento da temperatura, umidade relativa do ar e da pressão atmosférica no dia 24/02/2025.



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir desses gráficos, podemos observar o comportamento cíclico das medidas atmosféricas, que variam de acordo com o período do dia. Além dis-so, identificamos uma relação inversa entre as medidas da temperatura e a umidade relativa do ar atmosférico, isto é, conforme uma aumenta, a outra diminui. Isso se dá pela evaporação da água em decorrência do aumento da temperatura, e a condensação da água ao diminuir a temperatura. Dessa forma, quando a temperatura atinge seu pico máximo por volta das 14h00, observamos o início do aumento da umidade relativa do ar, enquanto a temperatura começa a diminuir. E conforme chega no seu pico mínimo, a umidade começa a aumentar.

CONCLUSÃO

A construção e uso de instrumentação meteorológica alternativa aos métodos convencionais oferece uma abordagem prática e interativa para estudar conceitos de física,

meteorologia e até mesmo de robótica. O uso da estação meteorológica permite uma melhor compreensão da teoria estudada, que muitas vezes parecem abstratas nos livros didáticos.

O uso do Arduino no ensino de física não apenas torna o aprendizado mais interessante, como também prepara os estudantes para o mundo mais tecnológico em que vivem, onde a compreensão dos fenômenos naturais e a capacidade de entender os dados são habilidades importantes. Portanto, a implementação da estação meteorológica com Arduino em sala de aula representa uma excelente oportunidade de enriquecer o ensino de física e incentivar os estudantes a se envolverem nas aulas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PRO-PPG) da UFERSA pelo financiamento interno do Edital 12/2023, bem como a Chamada CNPq/MCTI nº 10/2023 - Edital Universal, Processo nº 404199/2023-2.

REFERÊNCIAS

Agrosmart. Estação meteorológica: como funciona e sua importância na agricultura. 2016. Disponível em: <<https://agrosmart.com.br/blog/estacao-meteorologica-funciona-importancia-agricultura/>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

Brasil. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. MEC. 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizescurriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192>. Acesso em 20 jan. 2025.

Engenharia Elétrica. Análise e Melhoramentos em Sistemas Fotovoltaicos. UFERSA, 2025. Disponível em: <<https://engeletrica.ufersa.edu.br/analise-de-melhoramentos-em-sistemas-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 05 de jul. de 2025.

ESGANZELA, J. A. Material de Estudo para a Umidade Relativa do Ar. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, 92 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais. Cuiabá-MT: UFMT, 2014.

MANNRICH, J. P.; NEVES JUNIOR, O. da R. Centrífuga com HD controlada pelo Arduino para explorar física e eletrônica. A Física na Escola, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 230160, 2024. DOI: 10.59727/fne.v22i1.160. Disponível em: <<https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista/article/view/160>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SCARTON, M. G. dos S.; ZAMPERINI, H. L. V.; OLIVEIRA, P. J. P. de; ADMIRAL, T. D. Estudando a física do carrinho Hot Wheels: Proposta de experimento de baixo custo utilizando sensores. A Física na Escola, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 230082, 2024. DOI: 10.59727/fne.v22i1.82.

Disponível em: <<https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista/article/view/82>>. Acesso em: 19 jan. 2025.

SILVA, J. da C. e; MENDES, G. A.; REBOUÇAS, G. de O. G. (). Momento de inércia em plano inclinado com uso de Arduino. Revista Brasileira De Ensino De Física, 45, e20230045, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0045>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SOUZA, C. J. de M.; LEITE, I. J. M.; MONTEIRO, M. A. A. Aquisição automática de dados utilizando Arduino e Excel na análise do movimento de uma esfera com aceleração constante em um trilho inclinado. A Física na Escola, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 240157, 2025. DOI: 10.59727/fne.v22i1.157. Disponível em: <<https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista/article/view/157>>. Acesso em: 18 jan. 2025.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.

Usinas Solares da UFERSA. Dados Meteorológicos. UFERSA, 2025. Disponível em: <<https://usinasolar.ufersa.edu.br/dados-emas/>>. Acesso em: 01 de mar. de 2025.