

**APLICABILIDADE DE SISTEMAS EMBARCADOS NO ENSINO
MULTIDISCIPLINAR DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS: INTRODUÇÃO À
METEOROLOGIA ATRAVÉS DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA IOT
COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA****APPLICABILITY OF EMBEDDED SYSTEMS IN THE MULTIDISCIPLINARY TEACHING OF
ATMOSPHERIC SCIENCES: INTRODUCTION TO METEOROLOGY THROUGH AN IOT
WEATHER STATION AS A PEDAGOGICAL APPROACH****André Luiz Xavier Guimarães Nasri¹
Caio Pereira Dias²
Guilherme Norgueira Milner³**

260

Resumo: A aproximação das consequências ocasionadas pelas mudanças climáticas demanda maior detalhamento das discussões acerca dos coeficientes e variáveis meteorológicas que modelam os sistemas atmosféricos. Desse modo, o presente estudo contempla uma proposta de guia para o educador sugerindo a utilização de uma estação meteorológica IoT como ferramenta pedagógica para o ensino multidisciplinar de Ciências Atmosféricas nos anos finais do Ensino Fundamental II e Médio. Visando atingir o êxito do objetivo pretendido, desenvolveu-se um circuito integrado que admite o uso de um microcontrolador com módulo Wi-Fi, para compartilhamento dos dados, e foram realizados levantamentos bibliográficos de obras que compreendem o arcabouço teórico da introdução à Meteorologia. Como produto gerado, disponibiliza-se o repositório do GitHub com o código de programação e o diagrama elétrico do circuito, bem como as orientações didáticas e as questões de fixação para validação do conteúdo ministrado.

Palavras-chave: Ciências Atmosféricas. Ensino de Ciências. Estação Meteorológica. Sistemas Embarcados.

Abstract: The approaching consequences of climate change demand a more detailed discussion of the coefficients and meteorological variables that shape atmospheric systems. Thus, the present study contemplates a proposed guide for educators suggesting the use of an IoT meteorological station as a pedagogical tool for the multidisciplinary teaching of Atmospheric Sciences in the final years of Elementary School and High School. In order to achieve the

¹ Pós-Graduação em Desenvolvimento Full Stack e Testes de Software pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG).

² Pós-Graduação em Ciências da Natureza pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

³ Doutorado e Mestrado em Literatura Comparada pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

Recebido em 30/03/2024

Aprovado em: 20/10/2024

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*



desired objective, an integrated circuit was developed to support the use of a microcontroller unit with Wi-Fi module, for data sharing, and bibliographical surveys of papers that comprise the theoretical framework of the introduction to Meteorology. As a result, the GitHub repository is available with the programming code and the electrical diagram of the circuit, as well as the didactic guidelines and the fixation questions for validation of the studied content.

Keywords: Atmospheric Sciences. Embedded Systems. Science Teaching. Weather Station.

Introdução

261

Em meio aos propalados desdobramentos do vigente processo de mudanças climáticas sediado no planeta Terra e as consequentes catástrofes naturais oriundas de anômalos temporais particulares, o relatório IPCC WG1-AR6 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021) alerta acerca do corolário curto intervalo potencial para que medidas interventivas sejam adotadas com os fins de se evitar que ações antrópicas comissivas e omissivas agravem o referido cenário. Nesse âmbito, múltiplas razões se arvoram a justificar a importância agregada na promoção do discernimento das Ciências Atmosféricas entre o público geral e, precipuamente, ressalta-se que o esclarecimento inadissêmico dos agentes e coeficientes circunscritos nos processos interativos da relação Continente/Oceano-Atmosfera compete o dinamismo de biosistemas - fundamentais para se interpretar as causalidades e reverberações do análogo encadeado.

Consoante Krasilchik (1988, p. 56), o ensino de Ciências evoluiu historicamente de forma a atualizar os programas educacionais de acordo com os progressos relacionados às áreas científicas, assumindo um papel impreterível na formação do cidadão. Dessa forma, precisa-se ter a preocupação de suplantar a disseminação do conceito vetusto e caricatural de que a Meteorologia é uma área meramente sintética à previsão do tempo. Conforme Medeiros *et al.* (2011), para que a educação, enquanto instituição, promova um ensino integrativo e sensitivo é necessário que sejam dispostas ações mais concretas e práticas e, portanto, interpretadas dentro da realidade do estudante, despertando no aluno uma empatia pelas áreas do conhecimento abordadas.

De acordo com Tello e Passos (2021, p. 249), a robótica pode ser utilizada como ferramenta de aprendizagem autêntica, mediando experiências reais que podem ser identificadas no cotidiano. Infere-se, assim, que o uso de tecnologias e sistemas computacionais

auxiliam no ensino, sobretudo para as temáticas de Computação, Física e Matemática, componentes segmentares que constituem o alicerce matricial das Ciências Atmosféricas. Constata-se, na perspectiva precedente, que atividades e oficinas cooperativas baseadas em dados reais podem fortalecer a autonomia dos usuários, nutrindo a interação coletiva como estratégia pedagógica prevalecente sobre a incorporação individual de exercícios engessados.

Dessarte, dados os expoentes factíveis que gravitam em torno dos riscos da desinformação de reais meteorológicas e a interação humano-computador como instrumento assessorial, a razão última para elaboração deste trabalho se motivou na proposta de um guia do educador que aprecia aplicar sistemas embarcados de centrais meteorológicas como metodologia suplementar de ensino de Ciências Atmosféricas. Exposto o lídimo objeto deste estudo, disserta-se acerca da disposição de seu conteúdo e, assim sendo, admite-se na seção Desenvolvimento as disponibilizações dos sensores utilizados e do diagrama elétrico do circuito integrado, para fins de replicação, o código desenvolvido em C++, para automatização do sistema e compartilhamento de dados via Internet das Coisas (IoT), e, por fim, o modelo com as atividades propostas.

Materiais e Métodos

Mostra-se relevante salientar, intróitamente, que as estratégias metodológicas adotadas foram apresentadas conforme a melhor maneira de visualização das etapas de engendramento do projeto, manifestadas em tópicos dissertativos que preconizam dispor de acessibilidade e clareza no que tange o sistema embarcado desenvolvido. Sabe-se que as plataformas de prototipagem possuem interfaces obtusas e, que em decorrência disso, podem ter o seu uso inviabilizado por profissionais da área de Educação que não dispuserem de experiência com sistemas computacionais, produziu-se, então, *templates* diligentes para utilização em formato *plug and play*, propondo-se a englobar todos os perfis de professores de Ciências.

Dado a sumarização supra exposta, explica-se que o microcontrolador é um *hardware* financeiramente acessível e compacto de circuito integrado que compreende um núcleo de processador, memórias, conexões analógicas, digitais e de energia, e pode, ou não, conter módulos de telecomunicações, como uma placa Wi-Fi (Nayyar e Puri, 2016, p. 1487). É possível afirmar que o alto custo-benefício dos microcontroladores, somado a flexibilidade de programação advinda da linguagem C++, possibilita que a utilização dessas plataformas de prototipagem seja viabilizada em diferentes áreas do campo educacional. Para a produção do

sistema utilizado neste trabalho, listam-se os componentes usados: módulo ESP8266-12E, micro sensor DHT11, micro sensor BMP280, um transdutor manipulado para sensoriar o Efeito Hall, regulador de tensão L78L33, capacitor de tântalo 0,47uF / 35V, capacitor de cerâmica 100nF / 50V, resistor 10k ohms, placa de ensaio de 830 pontos MB-102, fios de ligação Jumper e uma fonte externa de 5 volts. Cabe ressaltar, conjuntamente, que não foram incorporados micro sensores de métrica pluviométrica devido ao dinamismo de precipitação - não é possível garantir que irá chover quando a atividade estiver em curso. Salienta-se que todo o código de automatização do produto gerado, bem como o diagrama elétrico, está disponível no perfil do GitHub [andrelxgnasri](#), com redirecionamento via *hiperlink* na seção Referências Bibliográficas.

Para Steinke (2012), a Meteorologia exige uma didática ilustrativamente rica e composta por estímulos práticos capazes de transformar a realidade contextual dos entes envolvidos em uma metodologia complementar de veiculação dos conhecimentos acerca da atmosfera, possibilitando a interiorização dos constituintes conceituais de Clima e Tempo, abordando-os de forma mais coesa e palatável. Segundo Vidal, Cintra e Tavares (2019, p. 487), para que se possa compreender de forma integral os fenômenos atmosféricos observados, como as variáveis de pressão atmosférica, umidade relativa, temperatura e vento, mas também suas interações que determinam a altitude de pressão e a temperatura do ponto de orvalho, é requisitado uma pluralidade de conhecimentos atribuídos a outras disciplinas do setor Física-Matemática. Optou-se, nesse ínterim, por realizar o levantamento bibliográfico de obras que destacam o procedimento técnico-científico do acompanhamento climatológico. Elencou-se, por conta disso, os livros “Meteorologia: noções básicas”, “Meteorological Measurement Systems” e “Principles of Meteorological Analysis” como as principais fontes de consulta para elaboração das questões de fixação, disponíveis no final do campo Desenvolvimento. Objetivava-se, com as atividades propostas, auxiliar o profissional educador a superar a exclusividade do uso do método tradicional de ensino, despertando o interesse do aluno na busca pelo conhecimento e, como decorrência, elegendo-o como sujeito ativo no processo de aprendizagem.

Resultados e discussão

Desenvolvimento do Sistema Embarcado e Aplicação de Telemática

Sintonicamente ao exposto no diagrama, Figura 01, o plano de otimização elétrica do circuito admite o uso de quatro entradas digitais e uma analógica, sendo esta última destinada ao sensoriamento de direção do vento, identificado na imagem sob o nome de Biruta.

Onde:

T_{dp} = temperatura do ponto de orvalho;

T_c = temperatura observada em graus Celsius;

RH = umidade relativa observada em valores cardinais.

Concomitante a isso, consultou-se a folha de especificações distribuída pela empresa americana de micro sensores barométricos, Adafruit, para se encontrar uma relação computacional entre a pressão atmosférica observada e a altitude dessa variável. Elaborou-se, então, o código disposto na Equação 02 de forma a calcular a altitude de pressão em metros.

265

$$Altitude = \frac{\left(44330 \times \left(1 - \text{pow}\left(\frac{pressure}{seaLevelhPa}, 0.1903\right)\right)\right)}{3.281} \quad (02)$$

Onde:

altitude = altitude de pressão em metros;

pow = pow(a, b) = a^b ;

pressure = pressão atmosférica, leitura do próprio sensor;

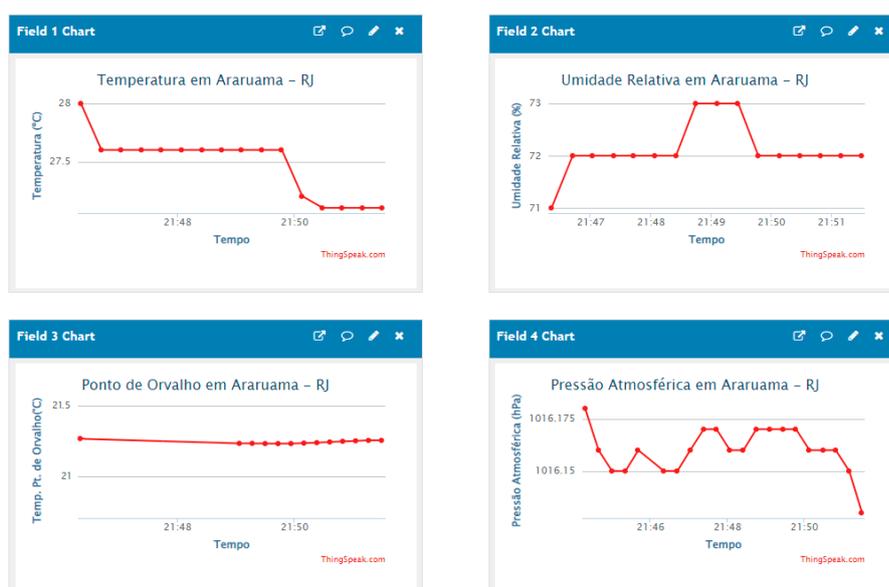
seaLevelhPa = nível do mar em hectopascals, sendo 1013.25 o padrão ao nível do mar.

Munido das equações precedentes, mostrou-se necessário administrar o código da estação meteorológica em um ambiente de desenvolvimento integrado, haja vista a gama de bibliotecas que proporcionam a instalação de recursos não nativos no microcontrolador e demais componentes utilizados (Nasri *et al.*, 2022, p. 39-40), como a inclusão dos argumentos de telemática. Explica-se que os algoritmos de IoT foram incluídos para que os dados captados e calculados pudessem ser compartilhados em massa e, na arquitetura geral do código, estruturou-se alguns argumentos em tuplas e se criou funções com delimitação individual para

cada funcionalidade. O ciclo completo possui uma duração de 20.000 milissegundos com *loop* automático de ações, resultando em um total de 3 observações por minuto.

No que tange a hospedagem e visualização das variáveis captadas, disserta-se que o serviço de armazenamento de informações escolhido foi o *website* ThingSpeak, domínio que oferece uma grande quantidade de espaço em nuvem gratuitamente para locação de dados, processando-os, inclusive, por meio das representações estatísticas presentes no MATLAB, *software* e propriedade intelectual pertencente à mesma empresa promotora. Encontra-se abaixo, nas Figura 02 e 03, a maneira como as observações são dispostas, bem como as séries temporais configuradas na própria plataforma.

Figura 02 – Primeira Parte da Leitura da Estação Meteorológica.



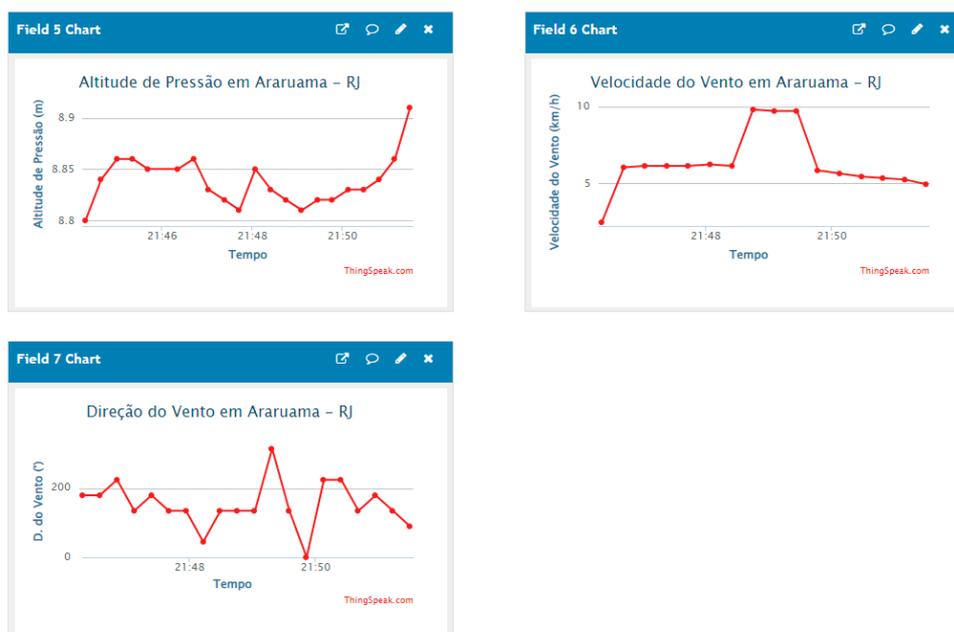
Fonte: Autores (2022).

Listadas as funcionalidades e métodos operativos do sistema embarcado desenvolvido, as principais propostas de utilização desse circuito para o ensino introdutório de Meteorologia se encontram veementemente discorridas na subseção 3.2 Guia do Educador.

Guia do Educador

O propósito do guia é coadjuvar no ensino introdutório de Meteorologia para alunos do Ensino Fundamental II e Médio por meio de uma oficina dedicada à temática.

Figura 03 – Segunda Parte da Leitura da Estação Meteorológica.



Fonte: Autores (2022).

Para isso, propõe-se que o professor mediador do evento enuncie os conceitos abrangentes das variáveis meteorológicas observadas pela estação de forma objetiva e resumida, tal como os instrumentos constituintes e a ementa curricular de Física e Matemática requisitada para resolução das questões de fixação. Recomenda-se, a princípio, que se realize uma revisão das competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que tangenciam cálculo percentual e conversão de unidades, e o arcabouço teórico de segmentos orientados, não contemplado na BNCC. Após isso, sugere-se que sejam elucidados os componentes que integram o circuito construído, discorrendo acerca das funcionalidades do anemômetro, barômetro, *datalogger* e higrômetro. Orienta-se, assim, que o estudo de Ciências Atmosféricas ocorra a partir do prisma instrumental, com os conceitos sendo apresentados conforme a disposição condizente do sensor trabalhado.

Mormente, como previsto na BNCC (2017, p. 530-533), a utilização de diferentes representações de um mesmo objeto matemático é parte da matriz curricular idealizada e, na Meteorologia, se mostra muito útil por possibilitar que diferentes unidades de medida sejam mensuradas de acordo com o sistema de conversão do país no qual a observação está sendo realizada. Ademais, os cálculos percentuais são de suma importância para compreensão teórica e prática da umidade relativa e seus desdobramentos associados, como a diferenciação entre névoa e neblina. Considera-se adequado, portanto, que essas duas propriedades sejam revisadas logo no início da oficina. Além disso, disserta-se sobre a possibilidade de se introduzir o estudo de segmentos orientados e operadores lineares, considerando-se que, entre outras aplicações, a rasterização de fluidos permite identificar fenômenos de equipolência em ventos, conceito que pode nortear a identificação do nível de constância eólica da região. Sabe-se que o entendimento acerca de vetores é possível com os conhecimentos compreendidos na BNCC, e que estes muito contribuem para o estudo de ventos e anemômetros.

Após a revisão proposta, destaca-se a importância de se adotar uma coesão demonstrativa no que abrange os instrumentos e suas variáveis meteorológicas, ladeando-os. Como exposto por Brock & Richardson (2001), um único aparelho, denominado termo-higrômetro, pode comportar os sensores de temperatura e umidade relativa, explica-se, no entanto, que a melhor maneira de apresentação desses instrumentos é na ordem respectiva de termômetro para higrômetro, pois alguns dados higrométricos exigem a leitura termométrica para serem calculados. Portanto, exibindo o termômetro primeiro, indica-se que seja retratada a escala de conversão de temperatura, visível na Equação 03, correlacionando Celsius, Fahrenheit, Kelvin e Rankine, e, à guisa de embasamento suplementar, sugere-se que seja abordado o fenômeno de convecção, uma vez que pode ser observado no ar atmosférico.

$$C^{\circ} = \frac{(F^{\circ}-32)}{1,8} = K - 273,15 = \frac{(Ra-491,67)}{1,8} \quad (03)$$

Onde:

C° = graus Celsius;

F° = graus Fahrenheit;

K = Kelvin;

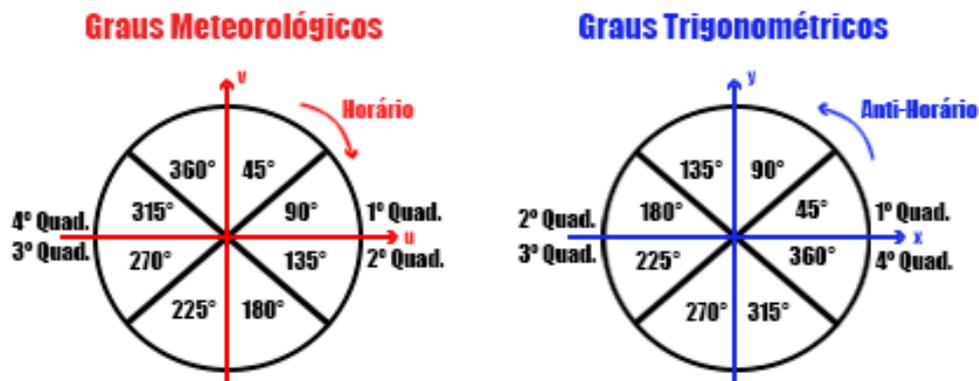
Ra = Rankine.

Para que o aluno tenha uma sensação de continuidade, sem bifurcações sucessivas, aconselha-se que o estudo acerca do higrômetro seja realizado de forma corrente. Conduz-se, então, o grupo de estudantes para a visualização percentual da umidade relativa e pelo significado por trás dessa representação. Vale enaltecer a interdisciplinaridade científica das medidas higrométricas, tais como a diminuição do campo de visão e o piso e teto de tolerância de umidade, para que seja possível praticar atividades aeróbicas ou esforços médios sem que haja propensão ao aumento de alergias e doenças respiratórias (Nasri *et al.*, p. 40, 2022). Destaca-se, também, a importância da variável de ponto de orvalho para esse instrumento, pois, além de ser um dado pouco conhecido pelo público geral, indica se o ambiente está saturado de gotículas de água, promovendo o fenômeno de condensação quando o valor observado for igual ao da temperatura em °C (Ynoue *et al.*, 2017).

Na etapa seguinte, estipulou-se demonstrar as funcionalidades do anemômetro e suas medições, aplicando proporcionalidades matemáticas para se realizar análises mais sofisticadas. Emprega-se, num primeiro momento, que os dados anemométricos podem ser observados por um sensor de conchas ou hélices e representam a velocidade e a direção do vento pontual, medidos em quilômetros por hora ou metros por segundos e graus, respectivamente. Mostra-se de extrema relevância que as diferenças entre os graus meteorológicos e os graus trigonométricos sejam dispostas de forma comparativa, sob a justificativa de que são graus semelhantes em sua funcionalidade teórica, mas se mostram muito diferentes na prática aplicada. Desse modo, elaborou-se a Figura 04 parametrizando ambas as representações, visando auxiliar na assimilação do conteúdo.

Deve-se, por conseguinte, estimular o aluno a utilizar esse conhecimento por meio da bidimensionalidade dos ventos em R^2 , vetores no plano. As fórmulas 03, 04 e 05, expõem as operações que calculam os segmentos vetoriais de uma rajada de vento e determinam o seu módulo (BROCK & RICHARDSON, 2001). Acredita-se que tais conceitos algébricos são acessíveis inobstante a representação incomum para nível médio.

Figura 04 – Diferenças entre os Graus Meteorológicos e os Graus Trigonométricos.



Fonte: Autores (2022).

$$u = -\alpha \times \text{sen}(\theta) \quad (04)$$

Onde:

u = componente zonal do vetor vento;

 α = velocidade do vento; θ = direção angular do vento.

$$v = -\alpha \times \text{cos}(\theta) \quad (05)$$

Onde:

v = componente meridional do vetor vento;

α = velocidade do vento;

θ = direção angular do vento.

$$||\vec{v}|| = \sqrt{u^2 + v^2} \quad (06)$$

Onde:

$||\vec{v}||$ = módulo do vetor vento;

u = componente horizontal do vetor vento;

v = componente vertical do vetor vento.

Assente o caso do termo-higrômetro, o barômetro e o *datalogger* são normalmente alocados juntos na estação meteorológica, embora não representem a mesma aparelhagem. Planejou-se, no entanto, o seguimento dos equipamentos com faixa de medição e, por conta disso, emprega-se que o sensor de pressão atmosférica deve ser apresentado primeiro correlacionando com as possíveis leituras em ATM, Hectopascal e Pascal. Esse dado possui relação inversamente proporcional com a altitude e apresenta movimentos convergentes em zonas de baixa pressão e movimentos de ar divergentes em centros de alta, chamadas de áreas de ciclone e anticiclone, respectivamente. Entende-se que localidades litorâneas possuem um contraste muito móvel de suas áreas de alta e baixa pressão, sob a ótica de que a variabilidade térmica do oceano é menor que a do continente, ocasionando na mudança da direção predominante dos ventos com base na dinâmica do ciclo de dia e noite (Ynoue *et al.*, 2017). No concernente ao *datalogger*, infere-se que não há tempo suficiente para que um sistema embarcado seja totalmente estudado em apenas um evento, elegeram-se, então, dada a proposta do projeto, que a funcionalidade do instrumento fosse introduzida aos alunos como o componente que administra todo o circuito integrado da estação, seja computacionalmente ou

eletricamente, e que realiza a telemetria dos dados observados para a internet, para que estes possam ser armazenados e visualizados graficamente.

Atividades Propostas

Ressalta-se que as questões de fixação são meramente exemplificativas e objetivam apenas prover a validação do conteúdo estudado por meio da revisão independente do aluno, chegando em resultados convincentes no campo conceitual e matematicamente dedutivos, seguindo a teoria filosófica do Construtivismo (Rizzon, 2010). Recomenda-se que cada professor atue como conteudista para a elaboração das questões que melhor se encaixarem na atividade ministrada, adaptando-as conforme a evidência anedótica da experiência obtida na oficina, considerando-se a subjetividade e a regionalidade dos estudantes envolvidos.

272

01. É correto dizer que 40°C possui duas vezes a quantidade de calor de 20°C ? O mesmo vale para 40K e 20K ? Justifique.

Gabarito: Sabe-se que a métrica da temperatura Kelvin, por ser a escala absoluta, possui o 0 como valor mínimo. Afirma-se, dessa forma, que 40K possui o dobro da quantidade de calor de 20K . No entanto, o mesmo não pode ser dito de 40°C e 20°C , haja vista que representariam, respectivamente, $313,15\text{K}$ e $293,15\text{K}$.

02. Sendo a altitude um fator que determina parte das condições ambientais, explique como o aumento da altitude influencia nas variáveis meteorológicas apresentadas e como estas influenciam na prática esportiva.

Gabarito: A altitude possui influência direta na pressão atmosférica, rugosidade do terreno e temperatura. No que concerne a pressão atmosférica, a altitude e a pressão variam de maneira inversamente proporcional. Entende-se que, quanto maior a altitude, menor será a pressão atmosférica; dificultando a prática de esportes de alto desempenho físico por conta do ar mais rarefeito. De mesmo modo, a temperatura diminui em 1°C a cada 200 metros de altura, contribuindo para a cultura de esportes de neve em locais de grande altitude. Por fim, a tendência é que os atritos rugosos que desaceleram os ventos locais diminuam com a altitude,

uma vez que os perímetros urbanos estão comumente alocados em alturas baixas. Pode-se afirmar, então, que os ventos possuem maior velocidade em altitudes mais altas, dificultando a prática esportiva de arremesso de peso e demais esportes do gênero.

- 03.** Seu Josias é um pescador artesanal que mora na região costeira de Cabo Frio, Rio de Janeiro. Sabe-se que seu Josias sai para pescar em seu barquinho à vela durante a noite e retorna à casa apenas ao nascer do sol. Existe algum fundamento meteorológico que justifique esse comportamento do pescador? Explique.

Gabarito: Essa prática de seu Josias possui uma forte base meteorológica. Em áreas costeiras os ventos tendem a soprar do mar para o continente durante o dia, conhecidos popularmente como brisa marítima. Isso ocorre, pois, a amplitude térmica da água torna sua temperatura mais estável que a do continente, alocando a zona de alta pressão na porção de terra, área ciclone. Durante a noite, no entanto, a água mantém sua estabilidade térmica enquanto o continente se resfria demasiado, invertendo a zona de alta pressão e posicionando a área anticiclone no continente. Dessa forma, durante a noite o pescador acompanha o vento do continente para o mar e retorna à casa ao amanhecer com os ventos do mar para o continente.

- 04.** A umidade relativa é uma escala percentual de saturação do ar atmosférico que, quando em 100%, demonstra que o ar está saturado. Na ausência dessa métrica, existe outra forma de se identificar que a umidade relativa está máxima? Explique.

Gabarito: Sim, há uma outra maneira de se identificar quando a umidade relativa está em 100%. A temperatura do ponto de orvalho designa a temperatura na qual o vapor de água que está em suspensão no ar condensa. Entende-se, portanto, que quando a temperatura em graus Celsius for igual a temperatura do ponto de orvalho, a umidade relativa estará em seu ponto máximo.

- 05.** Com base em cinco medições da velocidade horizontal (em m/s) e da direção (em graus) do vento observadas pela estação meteorológica, calcule a velocidade horizontal média do vento (módulo e direção). Apresente o resultado em m/s e km/h.

Gabarito: Para a realização desse gabarito, adotou-se as seguintes leituras: t1 com $v = 2$ e $\theta = 90$, t2 com $v = 3$ e $\theta = 180$, t3 com $v = 0$, t4 com $v = 1$ e $\theta = 270$ e t5 com $v = 2$ e $\theta = 360$.

$$t1) u = -2 * \text{seno}(90) = -\frac{2m}{s}; v = -2 * \cos(90) = 0$$

$$t2) u = -3 * \text{seno}(180) = 0; v = -3 * \cos(180) = \frac{3m}{s}$$

$$t4) u = -1 * \text{seno}(270) = \frac{1m}{s}; v = -1 * \cos(270) = 0$$

$$t5) u = -2 * \text{seno}(360) = 0; v = -2 * \cos(360) = -\frac{2m}{s}$$

$$\vec{u} = \frac{-2 + 0 + 0 + 1}{4} = -\frac{0,25m}{s}$$

$$\vec{v} = \frac{3 + 0 + 0 - 2}{4} = 0,25m/s$$

$$||\vec{v}|| = \sqrt{(-0,25)^2 + (0,25)^2} = \frac{0,35m}{s}$$

$$\frac{0,35m}{s} * 3,6 = \frac{1,26km}{h}$$

06. Selecione três leituras diferentes de temperatura em graus Celsius, realizada pela estação meteorológica, e as converta para Fahrenheit, Kelvin e Rankine.

Gabarito: Para efetuação desse gabarito, adotou-se as seguintes leituras: 25, 27 e 31 (°C).

$$t1) 25^{\circ}C = \frac{^{\circ}F - 32}{1,8} \rightarrow 77^{\circ}F$$

$$t1) 25^{\circ}C = K - 273,15K \rightarrow 298,15^{\circ}K$$

$$t1) 25^{\circ}C = \frac{Ra - 491,67}{1,8} \rightarrow 536,67Ra$$

$$t2) 27^{\circ}C = \frac{^{\circ}F - 32}{1,8} \rightarrow 70,6^{\circ}F$$

$$t2) 27^{\circ}C = K - 273,15 \rightarrow 300,15^{\circ}K$$

$$t2) 25^{\circ}C = \frac{Ra - 491,67}{1,8} \rightarrow 540,27Ra$$

$$t3) 31^{\circ}C = \frac{^{\circ}F - 32}{1,8} \rightarrow 87,8^{\circ}F$$

$$t3) 31^{\circ}C = K - 273,15 \rightarrow 304,15K$$

$$t3) 31^{\circ}C = \frac{Ra - 491,67}{1,8} \rightarrow 547,47Ra$$

Conclusões

Estabelecida a intenção hegemônica de se desenvolver uma estação meteorológica de baixo custo, e automatizada em formato *plug and play* de fácil replicação, para servir aos propósitos pedagógicos de se introduzir as Ciências Atmosféricas para alunos das séries finais do Ensino Fundamental II e Médio, pode-se afirmar que o objetivo proposto teve êxito, uma vez que o sistema embarcado construído se mostrou robusto em suas aplicações e com potencial de compartilhamento em larga escala da leitura dos dados. Uníssono a isso, o material elaborado como guia do educador contribui com propostas de discussões pertinentes à temática e orientações para que os professores desenvolvam atividades em prol da propagação da Meteorologia e dos conhecimentos climáticos, cimentando os conceitos com exemplos práticos e próximos da realidade dos entes envolvidos.

Ressalta-se, em epítome e complementando o parágrafo supra, que futuras pesquisas podem complementar o circuito integrado desenvolvido conforme a regionalidade do professor e dos alunos. Exemplifica-se que uma escola que oferta Técnico em Agricultura pode ter muito proveito de sensores de umidade do solo, assim como estudantes do Técnico em Telecomunicações podem usufruir de funcionalidades adicionais de telemática.

Logo, tratando-se de momentos menos formais de aprendizagem, recomenda-se que na instituição de aplicação da oficina se fomente a utilização das áreas de educação continuada

como um espaço de reflexão e construção de competências atinentes as Geociências. Destarte, é esperado que esse trabalho possa esclarecer profissionais da área de educação e que as propostas apresentadas sejam úteis como metodologias suplementares de ensino.

Referências

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Brasília, p. 530-535, 2017.

BROCK, F. V.; RICHARDSON, S. J. **Meteorological Measurement Systems**. Reino Unido: Oxford University Press, 2001.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 12, 2021. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.

KRASILCHIK, M. ENSINO DE CIÊNCIAS E A FORMAÇÃO DO CIDADÃO. **Em Aberto**, Brasília, vol. 7, nº 40, p. 55-60, 1988.

LAWRENCE, M. G. The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air: A Simple Conversion and Applications. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Massachusetts, v. 86, nº 2, p. 225-234, 2005.

LEARN FRUIT. **Adafruit BMP280 Barometric Pressure + Temperature Sensor Breakout**. Adafruit Industries, Nova Iorque, p. 15, 2022. Disponível em: <<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-bmp280-barometric-pressure-plus-temperature-sensor-breakout.pdf>>. Acesso em: 12/06/2022.

MEDEIROS, A. B.; MENDONÇA, M. J. S. L.; SOUSA, G. L.; OLIVEIRA, I. P. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 4, nº 1, p. 1-17, 2011.

NASRI, A. L. X. G. **Plataforma de Prototipagem para Observação de Variáveis Meteorológicas**. Disponível em: <<https://github.com/andrelixnasri/EstacaoMeteorologicaIoT>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2023.

NASRI, A. L. X. G.; HAAS, D.; SOUZA, B. A. V.; SANTOS, A. L. B. Desenvolvimento de uma plataforma de prototipagem para o monitoramento de substâncias insalubres em ambientes internos fechados. **HUMANIDADES & TECNOLOGIA (FINOM)**, Minas Gerais, v. 37, p. 34-47, 2022.

NAYYAR, A.; PURI, E. V. A Review of Arduino Board's, Lilypad's & Arduino Shields. **2016 International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)**, p. 1485-1492, 2016.

RIZZON, G. **A SALA DE AULA SOB O OLHAR DO CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO: PERSPECTIVAS E IMPLICAÇÕES**. V CINFE - Congresso Internacional de Filosofia e Educação, Caxias do Sul, 2010.

SAUCIER, W. J. **Principles of Meteorological Anlysis**. Nova Iorque: Dover Publications In, 1990.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

TELLO, R. J. M. G.; PASSOS, M. L. S. APRENDIZAGEM AUTÊNTICA COM O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE SISTEMAS EMBARCADOS. **Revista Eletrônica DECT**, Vitória (ES), v. 9, nº 01, p. 248-274, 2021.

VIDAL, L. A.; CINTRA, E. M. D.; TAVARES, A. S. A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DO ENSINO DE METEOROLOGIA. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 14, nº 3, p. 486 - 501, 2019.

YNOUE, R. Y.; REBOITA, M. S.; AMBRIZZI, T.; SILVA, G. A. M. **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.