

MONITORAMENTO CLIMÁTICO COM CUBESAT EM PLATAFORMA DE DRONE: UMA EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL APLICADA

**Isabela Santos da Silva, Laura Martins Manso, Jorge Davi Vieira Horta,
Bernardo Souza Belló, Félix Cesar Rosario Janacek e Douglas Carlos Vilela**

Sphere International School, Av. Jorge Zarur, 650 - Jardim Aquarius, 12242-020, São José dos Campos - SP, Brasil, isabela.silva@academicoesfera.com.br, laura.manso@academicoesfera.com.br, jorge.horta@academicoesfera.com.br, bernardo.bello@academicoesfera.com.br, felix.janacek@academicoesfera.com.br, douglas.vilela@academicoesfera.com.br

Resumo

O presente trabalho descreve um projeto educacional realizado em cinco escolas, sendo quatro públicas estaduais e uma privada, em parceria com o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP). A iniciativa envolveu a montagem e programação de CubeSats equipados com micro:bits, com apoio técnico e pedagógico para a integração de sensores de temperatura, umidade e luminosidade. Após essa etapa, os estudantes participaram de uma visita ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), aprofundando conhecimentos em meteorologia e monitoramento climático. O lançamento experimental ocorreu na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), onde os CubeSats, acoplados a drones, coletaram dados ambientais durante voos de sete minutos. Os resultados revelaram variações significativas entre as medições, influenciadas tanto por fatores microclimáticos quanto pela calibração individual realizada em cada grupo. A experiência promoveu a articulação entre teoria e prática, favoreceu a interdisciplinaridade e estimulou o protagonismo estudantil, fortalecendo a formação científica e a consciência ambiental dos participantes.

Palavras-chave: CubeSat, micro:bit, educação climática, consciência ambiental.

Curso: Ensino Médio.

Introdução

As mudanças climáticas configuram-se como um dos maiores desafios do século XXI, demandando ações coordenadas em escala global que ultrapassem a esfera política e econômica, alcançando também a educação. O ambiente escolar, nesse contexto, constitui-se em um espaço estratégico para a inserção de práticas pedagógicas que permitam aos estudantes compreender de forma crítica os fenômenos ambientais. Essa aproximação promove não apenas a aquisição de conhecimentos científicos, mas também a construção de valores associados à cidadania e à responsabilidade socioambiental.

No Ensino Médio, a utilização de dados climáticos como recurso didático assume papel central na formação de competências investigativas e no estímulo ao pensamento científico. A análise de informações empíricas, como temperatura, umidade relativa, precipitação e luminosidade, possibilita aos alunos vivenciar o processo de pesquisa, articulando teoria e prática. Esse exercício favorece a compreensão sistêmica das interações ambientais e fortalece a capacidade de interpretar criticamente os impactos decorrentes das mudanças climáticas (Moore et al., 2012).

Além do desenvolvimento cognitivo, o contato direto com dados reais contribui para a formação de uma consciência ambiental voltada à sustentabilidade. Ao trabalhar com informações obtidas em contextos experimentais, os jovens tornam-se capazes de reconhecer a relevância do monitoramento climático e de se posicionar frente aos desafios socioambientais contemporâneos. Dessa forma, a inserção de práticas investigativas no currículo escolar não apenas amplia o domínio científico dos estudantes, mas também os prepara para atuar como agentes de transformação em direção a um futuro mais equilibrado e sustentável (Caliskan et al., 2024).

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um CubeSat funcional em modelo, com sensores para medição de parâmetros ambientais usando micro:bit para coleta dos dados de temperatura, umidade e luminosidade.

Metodologia

A metodologia deste projeto baseou-se em uma abordagem experimental aplicada, desenvolvida em parceria entre cinco instituições de ensino, sendo quatro escolas estaduais públicas e uma escola privada, a Sphere International School. O processo contou ainda com o apoio técnico e pedagógico do Centro de Inovação em Educação Básica Paulista (CIEBP), que forneceu materiais, assistência técnica e suporte para a capacitação dos estudantes e docentes envolvidos. A etapa inicial consistiu no planejamento das atividades e na formalização das parcerias institucionais, garantindo tanto a disponibilidade de recursos quanto a padronização dos procedimentos.

A montagem e programação do CubeSat ocorreram na Escola Estadual João Cursino, sob supervisão de profissionais do CIEBP, que ofereceram suporte na integração dos sensores de temperatura, umidade e luminosidade, além da estrutura física e do microcontrolador. Os estudantes foram capacitados para compreender desde a programação básica até a fixação dos componentes eletrônicos, assegurando que cada etapa fosse registrada de forma a permitir a replicação em outros contextos educacionais. Após essa fase, realizou-se uma visita técnica ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na área de meteorologia, possibilitando aos participantes o contato com aplicações reais do monitoramento ambiental por satélites e fortalecendo a relação entre teoria e prática.

O teste experimental final foi conduzido na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). Para isso, o CubeSat, contendo um micro:bit representativo, foi acoplado a um drone de médio porte, que realizou voos controlados de sete minutos. Durante os lançamentos, os sensores coletaram dados ambientais em tempo real, incluindo temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e massa do sistema. Esses dados foram coletados de forma padronizada para todas as escolas participantes, o que assegurou comparabilidade, confiabilidade e consistência metodológica. Todos os lançamentos ocorreram no mesmo dia em um intervalo de uma hora. O projeto teve duração total de três meses, sendo o primeiro destinado ao planejamento e capacitação, o segundo à montagem e programação do CubeSat e o terceiro às visitas técnicas, ao lançamento experimental e à coleta dos dados. Dessa forma, a metodologia apresentada não apenas permite a reprodução do projeto em outros contextos educacionais, mas também pode servir de referência para o aprimoramento de futuras experiências de ensino e pesquisa com CubeSats.

Resultados

Os resultados dos parâmetros medidos pelos micro:bits dos CubeSats estão apresentados na Tabela 1. A temperatura apresentou variação entre 10,4 °C e 20,4 °C. A umidade relativa apresentou uma variação com valores entre 58,3% e 80%. A luminosidade, medida em unidades arbitrária u.a., apresentou valores entre 11,5 e 47.

Já a massa do sistema apresentou pequena variação, confirmando a padronização estrutural dos CubeSats entre as instituições participantes.

Tabela 1: Valores dos Parâmetros Medidos por Cada Escola

Escolas/ Dados Variáveis	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola 4	Escola 5 (Sphere Int. School)
Massa (g)	336	338	353	352	338
Temperatura (°C)	18,8	20,4	16	16,2	10,2
Umidade (%)	80	59,4	58,3	73	76
Luminosidade (u.a.)	47	11,5	17	36	19

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Durante o voo experimental de sete minutos, o CubeSat acoplado ao drone mostrou-se eficiente na coleta de dados ambientais em tempo real. As diferenças observadas entre as escolas reforçam a influência de fatores locais, como posicionamento geográfico, sombreamento e condições atmosféricas, somados à calibração independente de cada grupo, sobre os resultados obtidos. A utilização dos micro:bits possibilitou a integração prática de conceitos de meteorologia e

instrumentação científica, promovendo aos estudantes uma experiência concreta de investigação aplicada. Esses resultados, além de demonstrarem a viabilidade pedagógica do uso de CubeSats, evidenciam o potencial da metodologia para estimular a análise crítica de fenômenos climáticos e o desenvolvimento de competências em pesquisa experimental.

Discussão

A variabilidade observada nas medidas de temperatura, com extremos de 20,4 °C na Escola 2 e 10,2 °C na Escola 5, pode ser atribuída à calibração individual realizada por cada grupo de estudantes. Embora esse procedimento gere variações entre os valores registrados, ele representa uma etapa pedagógica essencial. De fato, a literatura que investiga a calibração de sensores em plataformas CubeSat destaca que calibrações realizadas em laboratório (preflight) e em ambiente operacional (on-orbit) se complementam, sendo ambas fundamentais para garantir a precisão e confiabilidade dos dados (Alanazi et al., 2019). Nesse contexto educativo, a calibração particularizada conferiu aos participantes uma vivência autêntica do método científico, estimulando a compreensão sobre limites instrumentais, erro experimental e a importância de padronizações metodológicas, aspectos cruciais para o desenvolvimento de pensamento científico crítico (Heinemann et al., 2016).

As diferenças nas medições de umidade e luminosidade entre as escolas refletem não apenas os microclimas locais, mas também as condições ambientais e o posicionamento do CubeSat em relação à incidência solar durante o voo. Pesquisas que utilizam drones como plataformas móveis para coleta de dados atmosféricos mostram que os sensores embarcados captam variações espaciais relevantes, influenciadas por fatores como áreas sombreadas, turbulência do ar e exposição solar localizada (Hestad, Barabash & Laufer, 2023). Esses resultados destacam a importância de interpretar variáveis climáticas com cautela, considerando não só os números obtidos, mas todo o contexto em que os dados foram coletados. Com isso, o projeto vai além da simples coleta de informações: promove uma abordagem pedagógica que estimula a análise crítica das fontes de variabilidade, ajudando os estudantes a entenderem como a investigação científica é dinâmica e depende do contexto. Essa proposta está alinhada com práticas educacionais que valorizam o uso de dados reais e a experimentação contextualizada no ensino de ciências (Ribeiro et al., 2022).

Conclusão

Os resultados obtidos com o lançamento do CubeSat acoplado a um drone evidenciaram tanto o potencial pedagógico quanto os desafios metodológicos de integrar práticas experimentais ao ensino médio. As variações observadas, sobretudo nas medições de temperatura, demonstraram a importância da calibração individual realizada por cada grupo, destacando o valor formativo do erro experimental e da padronização de procedimentos. Já as diferenças registradas nas variáveis de umidade e luminosidade reforçaram o impacto das condições ambientais locais, o que permitiu aos estudantes compreenderem a natureza dinâmica dos fenômenos climáticos e a necessidade de interpretá-los criticamente.

Além de contribuir para a formação científica dos participantes, o projeto mostrou-se viável como estratégia replicável em outros contextos educacionais, unindo teoria e prática por meio da experimentação com CubeSats. A experiência promoveu engajamento, interdisciplinaridade e protagonismo estudantil, ao mesmo tempo em que aproximou os alunos de conceitos de instrumentação, meteorologia e inovação tecnológica. Dessa forma, o estudo não apenas fortaleceu a educação científica, mas também abriu caminhos para futuras iniciativas que explorem o uso de tecnologias espaciais em sala de aula, incentivando uma geração mais crítica e preparada para enfrentar os desafios ambientais do século XXI.

Referências

ALANAZI, A.; AL-NAFFOURI, T. Y.; SAID, N.; et al. **Engineering methodology for student-driven CubeSats. Aerospace**, v. 6, n. 5, p. 54, 2019. DOI: 10.3390/aerospace6050054.

CALISKAN, A. C.; et al. SpaceBox CubeSat: elevating high schoolers from learners to space innovators. **Journal of Education and Practice**, v. 15, n. 12, 2024. DOI: 10.7176/JEP/15-12-10.

Disponível em: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/62785>. Acesso em: 08 set. 2025.

HEINEMANN, H.; et al. Achieving Science with CubeSats: Thinking Inside the Box. In: National Academies of Sciences, **Engineering, and Medicine. 3 CubeSats as a Tool for Education and Hands-on Training**. Washington, DC: The National Academies Press, 2016. DOI: 10.17226/23503.

HESTAD, T.; BARABASH, V.; LAUFER, R. The APTAS student CubeSat Mission: A case study for reflective practitioner in education and student teams. **Advances in Space Research**, v. 72, n. 10, p. 2245–2258, 2023. DOI: 10.1016/j.asr.2023.06.024.

MOORE, J. D.; CAMPBELL, J. C.; LEIFER, L.; et al. Integrating small satellites into the United States' K–12 STEM curriculum: BLUECUBE. **Proceedings of the Small Satellite Conference, 2012**. Disponível em: <https://jossonline.com/storage/2021/08/0202-Moore-Integrating-Small-Satellites-into-the-United-States.pdf>. Acesso em: 08 set. 2025.

RIBEIRO, L.; WANG, Z.; DINH, K.; et al. Identifying and overcoming challenges in high school CubeSat programs. **36th Annual Small Satellite Conference (SSC22-WKV-07)**, 2022. Disponível em: <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/08/identifying-and-overcoming-challenges-in-high-school-cubesat-programs.pdf>. Acesso em: 07 set. 2025.

Agradecimentos

À Sphere International School, pela oportunidade de participação e pelo apoio financeiro ao projeto.
Ao Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP), pela assistência técnica, material e pedagógica durante todas as etapas do desenvolvimento.

À Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), pela disponibilização do espaço para a realização do lançamento experimental.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela visita técnica e pela exploração das instalações na área de meteorologia.