



A construção de modelos de drones na escola: concepções, desafios e potencialidades

The construction of drone models in schools: conceptions, challenges and potentialities

Rodrigo Nogueira Cardoso¹

<https://orcid.org/0009-0002-4873-9106>

Diesley Martins da Silva Araújo²

<https://orcid.org/0000-0002-5678-7821>

Dane Marques de Ávila³

<https://orcid.org/0000-0002-4782-8556>

Paulo Vitor Teodoro⁴

<https://orcid.org/0000-0003-0939-984X>

Recebido em: 19/05/2026

Aceite em: 11/06/2026

Resumo

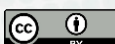
Este estudo analisou os resultados de um projeto extracurricular de construção de drones desenvolvido em uma escola pública federal de educação básica do Triângulo Mineiro, investigando as concepções dos estudantes sobre o processo de ensino-aprendizagem das disciplinas envolvidas. Também foram identificadas as potencialidades e limitações da proposta. A pesquisa foi conduzida por meio da pesquisa-ação, envolvendo docentes das áreas de Química, Física, Eletrônica, Matemática e Programação, além de cinco estudantes participantes de um programa de Iniciação Científica. Os dados foram obtidos por meio de um questionário composto por quatro questões abertas. Os resultados foram organizados em três dimensões: (i) desafios relacionados à montagem e ao funcionamento do drone no contexto escolar, incluindo dificuldades técnicas e limitações estruturais; (ii) concepções dos estudantes, destacando a relação do projeto com conteúdos das disciplinas e o desenvolvimento de competências como raciocínio lógico, criatividade, trabalho em equipe e resolução de problemas; e (iii) potencialidades e limitações do

¹ Instituto Federal do Triângulo Mineiro. Graduado em Engenharia Mecatrônica e Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professor no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM). rodrigonogueira@iftm.edu.br.

² Instituto Federal do Triângulo Mineiro. Graduado, Mestre e Doutor em Química pela UFU. Professor no IFTM, diesley@iftm.edu.br.

³ Instituto Federal do Triângulo Mineiro. Graduado e Mestre em Matemática pela UFU. Professor no IFTM, danemarques@iftm.edu.br.

⁴ Universidade Federal de Uberlândia. Graduado em Química e Mestre em Ensino de Ciências pela UFU. Doutor em Educação em Ciências pela Universidade de Brasília (UnB). Professor na UFU, paulovitorteodoro@ufu.br.





projeto, evidenciando tanto seu caráter inovador, interdisciplinar e motivador quanto os obstáculos vinculados à infraestrutura, ao tempo disponível e à formação docente. O estudo indica que a construção de drones pode constituir uma experiência formativa relevante para o processo de ensino-aprendizagem, ao integrar diferentes áreas do conhecimento e estimular o protagonismo estudantil. Contudo, sua implementação exige apoio institucional, planejamento adequado e estratégias que minimizem as limitações identificadas.

Palavras-chave: tecnologias; educação básica; interdisciplinaridade.

Abstract

This study analyzed the outcomes of an extracurricular drone-construction project developed in a federal public basic education school in the Triângulo Mineiro region, examining students' conceptions of the teaching-learning process in the involved school subjects. The study also identified the project's potentialities and limitations. Action research was employed as the methodological approach, involving teachers from the areas of Chemistry, Physics, Electronics, Mathematics, and Programming, as well as five basic education students participating in a Scientific Initiation program. Data were collected through a questionnaire composed of four open-ended questions. The results were organized into three main dimensions: (i) challenges related to assembling and operating the drone in the school environment, including technical difficulties and structural constraints; (ii) students' conceptions, highlighting how they related the project to curricular subjects and to the development of skills such as logical reasoning, creativity, teamwork, and problem solving; and (iii) the project's potentialities and limitations, emphasizing its innovative, interdisciplinary, and engaging character, as well as obstacles concerning infrastructure, time availability, and teacher preparation. The findings indicate that drone construction projects can serve as meaningful formative experiences within the teaching-learning process, by integrating multiple areas of knowledge and promoting student protagonism. However, their implementation requires institutional support, adequate planning, and strategies to overcome the limitations identified.

Keywords: technologies; basic education; interdisciplinarity.

Introdução

O avanço tecnológico permeia os diferentes espaços da sociedade, inclusive as escolas. Nesse sentido, a busca por ferramentas e estratégias que se apropriam das tecnologias tem sido pauta de diversos estudos no Brasil (Aureliano; Queiroz, 2023; Silva; Bilessimo; Machado, 2021) e também no exterior (Freires; Lopes, 2024). No mundo atual, os estudantes não se contentam apenas com a mera exposição de





informações em sala de aula. Silva, Felicio e Teodoro (2022) mostram que, para o real envolvimento nas aulas, é necessário que eles atuem ativamente como protagonistas de seu processo de ensino-aprendizagem.

Uma das possibilidades de inseri-los como protagonistas nesse processo é por meio da construção de seus próprios materiais (Souza; Salles; Gauche, 2017). Entre esses materiais, os autores destacam os modelos como recursos com potencial para promover o protagonismo estudantil durante a escolarização. Eles ainda enfatizam vantagens importantes dos modelos de simulação, tais como possibilitar que os estudantes resolvam situações-problema, explorem conteúdos científicos enquanto criam modelos, realizem simulações e previsões, entre outras. Assim, o propósito deste estudo foi possibilitar que estudantes do ensino médio construíssem seus próprios modelos. Para isso, os participantes elaboraram representações de sistemas aéreos utilizando drones.

Os drones são ferramentas versáteis e têm colaborado com diversas áreas da sociedade. Seja na agricultura, na logística, no lazer ou na pesquisa científica, os drones vêm se destacando como instrumentos de fácil acesso. Cabe destacar que, além de suas aplicações práticas, eles podem desempenhar um papel fundamental na educação, especialmente nas escolas.

Ao projetar e construir um drone, é possível trabalhar conceitos científicos estudados na educação básica, no âmbito das Ciências Naturais, além de inserir os estudantes em processos de cálculos, design, prototipagem, testes e programação. Isso contribui para que desenvolvam uma compreensão mais ampla dos princípios científicos e tecnológicos envolvidos. Dessa forma, os conteúdos escolares deixam de ser percebidos como assuntos isolados, que muitas vezes parecem não ter aplicação na vida real (Souza; Salles; Gauche, 2017).

Além de promover a aprendizagem ativa, uma intervenção dessa natureza pode oferecer oportunidades para o desenvolvimento de projetos de pesquisa científica por estudantes do ensino médio. Em algumas instituições, como os Institutos Federais, isso é incentivado por meio de programas de Iniciação Científica Júnior. Foi nesse contexto que desenvolvemos este estudo, como parte de uma pesquisa maior vinculada a um projeto de Iniciação Científica Júnior.





Diante disso, este texto tem como objetivo analisar os resultados do desenvolvimento de um projeto extracurricular de construção de drones em uma escola de educação básica do Triângulo Mineiro, investigando as concepções dos estudantes em relação ao processo de ensino-aprendizagem das disciplinas envolvidas. Além disso, apresentamos as potencialidades e limitações do estudo.

Corpo teórico do estudo

O uso de modelos de drones em sala de aula representa mais uma possibilidade na educação, oferecendo oportunidades para (re)pensar a maneira como os estudantes aprendem e se envolvem com o conhecimento científico. Para fundamentar essa abordagem pedagógica voltada à construção de modelos de drones, é fundamental estabelecer um referencial teórico que contemple tanto as bases pedagógicas quanto os aspectos tecnológicos envolvidos.

As teorias construtivistas, inspiradas, por exemplo, nas concepções de Vygotsky, postulam que o conhecimento não é passivamente recebido, mas ativamente construído pelo indivíduo por meio da interação com o outro e com o ambiente (Vygotsky, 2000). A atividade com drones oferece um ambiente propício para essa construção do conhecimento. O uso de modelos de drones possibilita a interação entre os estudantes, que buscam soluções para problemas, aplicando seus conhecimentos em cenários práticos. Construir um drone exige a superação de diferentes desafios - desde o design até a programação - promovendo o desenvolvimento de habilidades, como a colaboração, a comunicação e a tomada de decisão.

Além disso, a construção desses modelos se conecta diretamente às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), colaborando para promover uma abordagem que transcende as disciplinas, frequentemente trabalhadas de forma fragmentada na educação básica (Teodoro; Silveira; Longhini, 2022).

Neste estudo, buscamos articular conhecimentos das áreas de Ciências Naturais (especialmente Física e Química), Matemática, Eletrônica e Programação, estimulando em todas as etapas da intervenção a resolução de problemas, o pensamento crítico e a criatividade dos estudantes. Silva, Felicio e Teodoro (2022) demonstram que as





tecnologias têm desempenhado um papel cada vez mais relevante na educação, oferecendo novos formatos e recursos para a sala de aula. Nesse sentido, os modelos de drones possibilitam aulas mais dinâmicas e promovem aprendizagens mais ativas, com trabalho em equipe, liderança e desenvolvimento da comunicação.

Outro ponto importante refere-se à motivação. Precisamos pensar em estratégias que contribuam para motivar os estudantes. Lourenço e Paiva (2010) destacam que o estudante motivado busca caminhos para alcançar a aprendizagem. Assim, a motivação deve estar intrinsecamente associada ao processo de aprender, não podendo ser avaliada exclusivamente por fatores como rendimento, inteligência, contexto familiar ou condição socioeconômica. Para Murray (1983), a motivação está relacionada a um conjunto de fatores que inicia, orienta e integra o comportamento do indivíduo no processo de aprendizagem. Nesse sentido, a construção de modelos de drones pode representar um caminho potencial para promover a motivação na educação básica.

Atualmente, os drones já são utilizados para registros de fotografias e vídeos, irrigação, mapeamento agrícola, entre outros usos. Com o avanço da Inteligência Artificial (IA), a expectativa é que, em um futuro próximo, os drones sejam utilizados até mesmo para a entrega de alimentos. Nesse contexto, modelos de drones tornam-se recursos muito potentes para contextualizar conteúdos científicos trabalhados em sala de aula.

A construção de drones pode ser considerada uma atividade prática, uma vez que, segundo Krasilchik (2004), esse tipo de ação exige a experiência direta do estudante, envolvendo a manipulação de materiais concretos. Nessa perspectiva, a ação do estudante deve ocorrer por meio da experiência física, seja executando a tarefa manualmente, seja observando uma demonstração, desde que o objeto esteja materialmente presente (Andrade; Massabni, 2011).

Por fim, é importante propor atividades que contribuam para o desenvolvimento do pensamento crítico na educação básica. Para Facione (1990), desenvolver o pensamento crítico implica promover ações que resultem em interpretação, análise, avaliação e inferência, além da explicação das bases conceituais, contextuais ou evidenciais de um projeto. Nesse sentido, a construção de modelos de drones apresenta grande potencial, pois envolve uma série de ações que integram desde a interpretação de





instruções para montagem até a análise dos melhores caminhos para desenvolver o protótipo..

Percurso Metodológico

Para o desenvolvimento deste estudo, adotamos a pesquisa-ação como eixo orientador do campo metodológico. Segundo Silva, Saramago e Ataíde (2021), essa abordagem permite articular teoria e prática de maneira indissociável, ultrapassando a concepção tradicional de pesquisa restrita à coleta e análise de dados. Para os autores, a pesquisa-ação constitui uma estratégia que possibilita “ultrapassar os limites das investigações tradicionais de apenas ir a campo, coletar dados e voltar ao espaço acadêmico para analisar” (Silva; Saramago; Ataíde, 2021, p. 14).

Nesse sentido, o estudo apresentado neste artigo não se limitou à coleta de dados em um ambiente passivo. Ao contrário, caracterizou-se pela participação ativa, colaborativa e contínua de todos os envolvidos. O projeto foi concebido como uma experiência de aprendizagem imersiva, na qual a construção de modelos de drones por parte dos estudantes e da equipe de pesquisa (professores da escola e pesquisadores) constituiu-se como o eixo articulador das ações desenvolvidas.

O processo de pesquisa-ação possibilitou documentar sistematicamente cada etapa da intervenção, desde a concepção inicial até a montagem final dos protótipos. Foram registrados os resultados técnicos alcançados, as interações entre os participantes, as discussões emergentes e os principais achados do percurso. Essa colaboração permanente entre pesquisadores e estudantes assegurou que a investigação refletisse a experiência vivida, resultando em um conjunto robusto de dados que servirá de base para as análises e conclusões apresentadas neste artigo.

O presente estudo foi desenvolvido em uma instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, situada no Pontal do Triângulo Mineiro. A caracterização da amostra compreendeu estudantes da 1ª série do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Eletrônica. O convite para participação na pesquisa foi estendido a toda turma, de 30 alunos, dos quais cinco aderiram voluntariamente ao projeto.





Além do corpo discente, a investigação contou com o envolvimento de cinco docentes das áreas de Química, Física, Eletrônica, Matemática e Programação, todos com formação específica e atuação em suas respectivas disciplinas. Cabe destacar que esta pesquisa constitui um recorte de um projeto de investigação mais amplo, devidamente registrado na instituição de origem. O foco deste recorte analítico recai sobre os resultados do processo de ensino-aprendizagem evidenciados pelos estudantes durante as atividades do projeto de intervenção.

Para garantir o anonimato dos estudantes participantes, adotamos a seguinte forma de identificação: E1 (Estudante 1), E2 (Estudante 2), e assim sucessivamente. Para a coleta de dados, foi disponibilizado um questionário composto por 10 questões abertas. Dentre elas, selecionamos quatro, que foram utilizadas na análise apresentada neste trabalho. A escolha dessas perguntas ocorreu por estarem alinhadas ao objetivo do estudo, qual seja, investigar as concepções dos estudantes sobre o processo de ensino-aprendizagem das disciplinas escolares envolvidas na pesquisa. As questões selecionadas estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – questões disponibilizadas aos estudantes participantes.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1- O projeto te motivou a aprender mais sobre as disciplinas envolvidas (Química, física, Eletrônica, Matemática e Programação)?2- Qual foi o aspecto mais interessante do projeto, para você?3- O projeto contribuiu para o seu aprendizado nas disciplinas envolvidas?4- Você considera que o projeto te ajudou a desenvolver algum tipo de competência (trabalho em equipe, resolução de problemas, pensamento crítico, liderança ou outra)? |
|--|

Fonte: os autores (2025).

Na criação do modelo de drone, utilizamos a plataforma ‘F450’: um drone quadricóptero, relativamente fácil de manusear, bastante usado, geralmente, em projetos de ensino. Esta plataforma tem uma estrutura (*frame*, em inglês) fabricado em materiais como plástico ABS reforçado com fibra e peças de alumínio, no qual acoplamos os outros componentes — motores, controlador de voo, hélices, bateria, etc.

Devido às suas dimensões e à ampla disponibilidade de recursos online, o uso dela facilita a adição de novos componentes e funcionalidades. Além disso, a possibilidade de fabricar as peças por meio de impressão 3D reduz custos. A Figura 1 ilustra a estrutura

de um modelo de drone F450 em *software* de Desenho Assistido por Computador (em inglês, *Computer Aided Design* – CAD).

Figura 1 – drone F450.



Fonte: os autores (2025).

Ao projetar e construir suas próprias peças, os estudantes vivenciam um processo de criação que envolve atividade prática e aplicação de conhecimentos de Ciências Naturais (como resistência elétrica, condução térmica, funcionamento de pilhas e calor), Matemática (especialmente geometria), Programação e Eletrônica. Para além da estrutura mecânica, um drone é um sistema complexo que opera por meio da interação precisa entre diversos componentes eletrônicos.

A bateria, por exemplo, fornece a energia necessária para o funcionamento do sistema, sendo as baterias de lítio-polímero (LiPo) as mais utilizadas em razão de sua elevada densidade de energia e baixo peso. O controlador de voo, por sua vez, processa as informações coletadas pelos sensores e envia comandos aos motores para manter o drone estável e executar as manobras desejadas.

A seleção cuidadosa de componentes, como motores e hélices, exige uma análise criteriosa de suas características técnicas e da forma como interagem entre si. Além disso, verificamos a compatibilidade e a disponibilidade desses componentes para lidar com eventuais imprevistos no modelo, como substituições ou ajustes. Essa atividade favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas. Durante a programação da controladora de voo, os estudantes se envolvem em um processo iterativo que exige experimentação, testes práticos e ajustes de parâmetros até alcançar o



comportamento esperado do protótipo. Esse percurso potencializa a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas.

Resultados e discussão

Os resultados deste trabalho foram subdivididos em três dimensões: os desafios na montagem e no funcionamento do drone na escola de educação básica; a concepção dos estudantes, coletada a partir dos questionários; as potencialidades e limitações de um projeto com ações extracurriculares na escola.

Em relação aos desafios na montagem e no funcionamento do drone na escola de educação básica

O primeiro resultado relevante deste trabalho refere-se aos desafios de implementar um projeto de natureza prática na escola de educação básica, conforme aponta Krasilchik (2004). As atividades desenvolvidas possibilitaram a experiência direta dos estudantes com a manipulação de artefatos, alinhada ao que a autora descreve como fundamental nas práticas experimentais. Durante esse processo, a própria construção da estrutura física do drone apresentou limitações relacionadas à precisão dimensional, à resistência dos materiais e à qualidade da impressão 3D. Tais limitações, entretanto, não invalidam o processo investigativo, sobretudo de natureza prática; ao contrário, reforçam que atividades práticas são inerentemente sujeitas a ajustes e as próprias (re)construções.

A aquisição de componentes eletrônicos, como fios de silicone, controladores de voo, baterias e hélices, também se mostrou desafiadora devido à disponibilidade limitada no mercado nacional. A escola realizou a compra dos itens no ano anterior ao início do estudo. Esse aspecto merece atenção, pois, além de os docentes precisarem planejar o projeto com antecedência, incluindo estimativas de custo, a escola deve dispor de recursos financeiros para viabilizar sua execução. Dependendo do contexto e das condições orçamentárias, esse fator pode se tornar limitador.

A etapa de configuração do sistema de voo igualmente apresentou desafios, envolvendo a comunicação entre transmissor e receptor, a conexão dos Controladores Eletrônicos de Velocidade (ESCs) e a definição do sentido de rotação dos motores. Esses



entraves ocasionaram danos a componentes durante os testes iniciais, gerando custos adicionais ao projeto. Tais ocorrências são comuns em atividades desse tipo, devido à sensibilidade dos componentes eletrônicos, e precisam ser previstas no planejamento da intervenção.

Outro desafio identificado foi a falta de tutoriais em língua portuguesa para os *softwares* de configuração utilizados. Observamos que o idioma dos aplicativos, manuais e plataformas, predominantemente o inglês, pode representar uma barreira tanto para professores quanto para estudantes, sobretudo quando não há domínio do vocabulário técnico. No caso deste estudo, nenhum dos cinco participantes possuía familiaridade com a leitura em inglês, o que dificultou significativamente a compreensão das instruções. As ferramentas de tradução, como o *Google Tradutor*, também se mostraram insuficientes, uma vez que frequentemente produzem traduções literais que não correspondem com precisão às especificidades técnicas descritas nos manuais.

Embora fosse possível realizar uma parceria com docentes da área de Língua Inglesa para apoiar esse processo, tal articulação não ocorreu devido a incompatibilidades de horários. Contudo, essa integração interdisciplinar é pertinente e poderá ser considerada em ações futuras. Após os ajustes necessários, foi possível configurar o sistema e alcançar o funcionamento adequado do drone, resultando em um voo estável. A Figura 2 apresenta o modelo obtido ao final do projeto.

Figura 2 – drone construído no desenvolvimento do projeto.



Fonte: os autores (2025).



Atividades dessa natureza demonstram potencial para qualificar o processo de ensino-aprendizagem, conforme evidenciado pelos resultados analisados na seção seguinte.

A concepção dos estudantes, coletada a partir dos questionários

O primeiro ponto de discussão diz respeito à adesão dos estudantes da escola. Trabalhamos com uma turma do ensino médio integrado ao curso técnico de Eletrônica, convidada inicialmente para participar do projeto, uma vez que seus conteúdos curriculares contemplam temas relacionados à construção de drones, como programação, lógica e eletrônica. A turma é composta por 30 estudantes, dos quais apenas cinco aderiram às atividades extracurriculares, correspondendo a aproximadamente 16% do total. Esse índice relativamente baixo pode indicar que o formato extracurricular não favoreceu a participação ampla dos estudantes.

Uma possibilidade futura seria desenvolver o projeto durante as aulas regulares, em vez de ofertá-lo exclusivamente fora do horário escolar. No entanto, essa estratégia demandaria um planejamento mais robusto, com intencionalidade pedagógica e reorganização curricular, a fim de integrar conteúdos programáticos adicionais ao projeto de drones. Para edições posteriores, pretendemos explorar alternativas que possibilitem maior participação discente.

Os cinco participantes relataram que o projeto contribuiu positivamente para sua motivação. Selecionamos duas respostas que ilustram essa percepção, conforme registrado na questão 1 do questionário: “*Sim, participando do projeto, eu tive mais interesse em disciplinas da área*” (E2); e “*Sim, o projeto me motivou a aprender outras áreas, devido ao ampliamto [sic] de conhecimentos trabalhados*” (E3). Como discutido na fundamentação teórica, a motivação constitui um dos principais fatores que mobilizam e orientam o comportamento, permitindo que o estudante encontre razões para se engajar e se desenvolver academicamente (Lourenço; Paiva, 2010).

Nesse sentido, buscar estratégias que favoreçam a motivação dos estudantes nas ações didáticas da escola constitui parte essencial do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o desempenho discente não pode ser explicado exclusivamente pela inteligência ou por fatores externos, como contexto familiar, econômico, social, cultural





ou político, conforme discutido na fundamentação teórica (Lourenço; Paiva, 2010). Os resultados deste estudo indicam que o projeto possui potencial para estimular a participação e o engajamento dos estudantes. No entanto, permanece a questão: por que os demais integrantes da turma não aderiram à proposta?

Diversos fatores podem dificultar o envolvimento dos estudantes. No caso desta turma, constatamos que muitos já participavam de outras atividades extracurriculares ofertadas pela escola, como projetos na área de Física (por exemplo, ações de modelização astronáutica) e na área de Arte (como iniciativas culturais relacionadas à Educação para as Relações Étnico-Raciais). Em instituições federais que ofertam cursos técnicos integrados ao ensino médio, com docentes em regime de Dedicção Exclusiva, é comum que os estudantes se deparem com múltiplas oportunidades de participação em projetos, o que naturalmente demanda escolhas e prioridades.

Na segunda questão do questionário, os estudantes foram convidados a expressar o que consideraram mais interessante no projeto. Os cinco participantes apontaram a etapa de montagem do drone como a mais atrativa. O estudante E1 destacou, além da montagem, “*ajustar configurações e contribuir com opiniões*” durante o processo. Essa percepção converge com a literatura sobre atividades de natureza prática: segundo Krasilchik (2004), práticas experimentais permitem que os estudantes manipulem aparatos e se envolvam diretamente na ação, promovendo participação ativa e reduzindo a postura passiva no processo de aprendizagem. Nesse sentido, evidencia-se que o projeto ofereceu momentos efetivos de protagonismo discente.

Na terceira pergunta do questionário, todos os participantes afirmaram que o projeto contribuiu para sua aprendizagem nas disciplinas envolvidas (Eletrônica, Matemática, Química, Física e Programação). O questionário, entretanto, não especificou quais conteúdos de cada área foram fortalecidos, o que constitui uma limitação do instrumento. De todo modo, ao longo da intervenção foram trabalhados conceitos como tipos de circuitos (aberto e fechado), corrente elétrica (condução em metais e eletrização), cálculos envolvendo potência, funcionamento de pilhas e baterias, além de lógica de programação.

Por fim, na quarta questão os estudantes indicaram se, e quais, competências foram desenvolvidas durante o projeto. Todos relataram ter desenvolvido algum tipo de





competência, destacando-se especialmente “*o trabalho em equipe*”. Outras competências mencionadas foram “*o pensamento crítico*” (E1) e “*a resolução de problemas*” (E3). No que diz respeito ao pensamento crítico, Facione (1990) ressalta que ele se manifesta quando o estudante é capaz de analisar informações de forma ativa e reflexiva, questionar suposições e elaborar conclusões fundamentadas, indo além da simples aceitação de fatos ou opiniões como verdades absolutas.

Cabe destacar que todo o projeto foi realizado em equipe, de maneira colaborativa. As tomadas de decisão, os direcionamentos, os testes de voo e outras etapas foram conduzidos coletivamente pelos cinco estudantes, evidenciando, de fato, o desenvolvimento da competência de trabalho em equipe.

As potencialidades e limitações da pesquisa na escola

Uma das potencialidades percebidas pelos professores-pesquisadores foi a riqueza de um projeto que extrapola os limites da sala de aula. Os estudantes são constantemente desafiados a buscar respostas para dúvidas que surgem ao longo do percurso, sendo inseridos em situações investigativas que dificilmente seriam vivenciadas no contexto escolar sem uma proposta dessa natureza.

A configuração de um Arduino, por exemplo, demanda não apenas o entendimento das ferramentas de programação, mas também a habilidade de utilizá-las e de compreender o que efetivamente precisa ser criado. Embora seja relativamente simples, para iniciantes, compreender o funcionamento básico de um programa (sequência, condições e repetições), em C++, aprofundar tais conhecimentos em sala de aula é mais complexo sem o apoio de um projeto prático.

Conceitos como pilhas e baterias, variáveis, tipos de dados, laços de repetição (*loops*), *feedbacks*, funções e manipulação de memória constituem a espinha dorsal de muitas linguagens de programação populares, como *Python* e *Java*. Assim, quem domina o C++ aplicado ao Arduino adquire uma base sólida para aprender outras linguagens. Esses conhecimentos dificilmente seriam explorados de maneira prática no cotidiano escolar sem uma intervenção como a proposta neste estudo.

Outra potencialidade observada refere-se ao caráter interdisciplinar do projeto, que, além das disciplinas inicialmente envolvidas, pode ser ampliado para outras áreas,





como Língua Inglesa, especialmente no entendimento de tutoriais e manuais; História, para compreender os processos e marcos pós-Revolução Industrial que impulsionaram o desenvolvimento tecnológico; e Geografia, para refletir sobre os impactos ambientais das tecnologias, sobretudo em relação ao descarte de materiais. Assim, nas próximas edições, pretendemos abarcar outras áreas do conhecimento, fortalecendo ainda mais a interdisciplinaridade.

Uma limitação identificada diz respeito à sobrecarga de estudos enfrentada pelos estudantes, especialmente nas escolas públicas federais em que as turmas têm aulas em dois turnos. Isso reduz o tempo disponível para estudos individuais, participação em projetos e descanso. Essa questão precisa ser considerada em pesquisas dessa natureza, pois a educação básica oferece diversas áreas do conhecimento para a formação integral do estudante, conforme orienta a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996).

Essa formação envolve múltiplos componentes curriculares, todos igualmente importantes e que exigem dedicação dos estudantes. No caso da escola onde desenvolvemos o estudo, as aulas ocorrem todas as manhãs e em três tardes da semana. Assim, o tempo disponível para atividades extracurriculares, como projetos de ensino, pesquisa e extensão, esportes, idiomas, artes e cultura, restringe-se a apenas duas tardes, o que muitas vezes se mostra insuficiente. Essa alta carga de compromissos pode gerar sobrecarga acadêmica, afetando inclusive a saúde mental dos estudantes.

Considerações finais

Este estudo analisou os resultados do desenvolvimento de um projeto de construção de modelos de drones em uma escola pública federal de educação básica. Para isso, investigamos as concepções dos estudantes em relação às disciplinas escolares envolvidas e às competências mobilizadas. Também avaliamos as potencialidades e as limitações do trabalho realizado, destacando seu caráter formativo, especialmente no que se refere às ações que inserem e protagonizam os estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Ao longo da pesquisa, evidenciamos os desafios enfrentados tanto na montagem quanto no funcionamento do drone no contexto escolar. Analisamos, também, as





concepções dos estudantes obtidas por meio do questionário aplicado, destacando-se aspectos como a resolução de problemas, o desenvolvimento do pensamento crítico e a criatividade. Além disso, discutimos as potencialidades e limitações de uma intervenção desse tipo na educação básica.

Constatamos que o desenvolvimento de drones no ambiente escolar pode se constituir em uma ferramenta potente para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, demanda planejamento cuidadoso, preparo docente e superação de desafios técnicos e estruturais. Assim, é fundamental que os professores estejam capacitados para orientar os estudantes na resolução de problemas, na busca por informações e na compreensão dos conceitos envolvidos. Do mesmo modo, é importante que as escolas invistam em equipamentos, materiais adequados e condições estruturais que viabilizem propostas dessa natureza.

Referências

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>>. Acesso em: 06 ago. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>

AURELIANO, F. E. B. S.; QUEIROZ, D. E. As tecnologias digitais como recursos pedagógicos no ensino remoto: implicações na formação continuada e nas práticas docentes. *Educação Em Revista*, v. 39, p. 1-17-17, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-469839080>

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 248, p. 27833-27841, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 3 jul. 2025.

FACIONE, P. A. **Critical Thinking**: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Research Findings and Recommendations (The Delphi Report). [S. l.]: ERIC, 1990. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED315423>. Acesso em: 3 jul. 2025.

FREIRES, T.; LOPES, A. Innovation through the implementation of technology in the context of school education: a systematic review. *London Review of Education*, v. 22, n. 1, 2024. Doi: <https://doi.org/10.14324/LRE.22.1.37>





KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

LOURENÇO, A. A.; PAIVA, M. O. A. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciência & Cognição**, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2010. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000200012. Acesso em 3 jul 2025.

MURRAY, E. J. **Motivação e emoção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1983. Tradução de Álvaro Cabral.

SILVA, A. F.; SARAMAGO, G.; ATAÍDES, F. B. Pesquisa-Ação: princípios e fundamentos. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 2-15, 2021.

SILVA, I. F.; FELICIO, C. M.; TEODORO, P. V. Sala de aula invertida e tecnologias digitais: possibilidade didática para o ensino de Ciências em uma proposta de metodologia ativa. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 17, p. 1387-1401, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21723/riace.v17i2.15807>

SILVA, J. B.; BILESSIMO, S. M. S.; MACHADO, L. R. Integração de tecnologia na educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK. **Educação em Revista**, v. 37, p. 1-23, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698232757>

SOUZA, P. V. T.; SALLES, P.; GAUCHE, R. Um modelo de simulação baseado em raciocínio qualitativo para a educação em ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, p. 162-183, 2017. DOI: [10.3895/actio.v2n1.6750](https://doi.org/10.3895/actio.v2n1.6750)

TEODORO, P. V.; SILVEIRA, H. E.; LONGHINI, I. M. M. **A Educação Ambiental e o Ensino de Ciências**: reflexões e proposições. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2022. 85p.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 2000.

