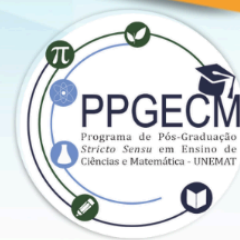




**GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



ADRIANO SERAFINI GARCEZ

**DRONE COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE
MATEMÁTICA E FÍSICA:
Uma Formação Continuada com Professores da Educação Básica em
Barra do Bugres**

Barra do Bugres, MT
Dezembro de 2025

ADRIANO SERAFINI GARCEZ

**DRONE COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE
MATEMÁTICA E FÍSICA:
Uma Formação Continuada com Professores da Educação Básica em
Barra do Bugres**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado” (UNEMAT), Câmpus Dep. Est. “Rene Barbour”, Barra do Bugres, MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Selleri Silva

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Teles Carvalho da Silva

Linha de Pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática

Barra do Bugres, MT
Dezembro de 2025

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

G215d Garcez, Adriano Serafini.

Drone como Recurso Pedagógico no Ensino de Matemática e Física: Uma Formação Continuada com Professores da Educação Básica em Barra do Bugres / Adriano Serafini Garcez. - Barra do Bugres, 2025.

174f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ensino de Ciências e Matemática/BBG-PPGECM - Barra do Bugres - Mestrado Acadêmico, Campus Universitário De Barra Do Bugres "Deputado Renê Barbour".

Orientador: Fernando Selleri Silva.

Coorientador: Flávio Teles Carvalho da Silva.

1. Drone. 2. Robótica Educacional. 3. Ensino de Matemática e Física. 4. Formação Continuada de Professores. 5. Pensamento Computacional. I. Silva, Fernando Selleri. II. Silva, Flávio Teles Carvalho da. III. Título.

UNEMAT / MTSCB

CDU 377.8:51



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



ADRIANO SERAFINI GARCEZ

Drone como Recurso Pedagógico no Ensino de Matemática e Física: Uma Formação Continuada com Professores da Educação Básica em Barra do Bugres.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. “Renê Barbour” – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 10 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Selleri Silva (PPGECEM/UNEMAT)
Orientador

Prof^a. Dra. Minéia Cappellari Fagundes (PPGECEM/UNEMAT)
Examinadora Interna

Prof. Dr. Rodrigo Bruno Zanin (PROF-ÁGUA/UNEMAT)
Examinador Interno à Instituição

Dedicatória

A Deus,

*A minha mãe Inês, por ter me ensinado que
“eu não sou todo mundo”.*

*A meu pai por me ensinar que se alguém faz,
eu também posso fazer.*

*A minha esposa Michele, e aos meus filhos
Bianca e Enzo, pelas compreensão, amor e
cuidado que me dedicaram ao longo desses
quase dois anos de jornada.*

Agradecimentos

A Deus por sua benevolência para com provações e as graças que me destes.

A meus pais, Olívio e Ines, por quem eu sou e por suas orações.

A minha esposa Michele Brandoni, por seu amor, compreensão e companheirismo.

A meus filhos, Bianca e Enzo, por serem o remédio doce para o estresse e cansaço.

A meu orientador Fernando Selleri Silva, que de membro da banca de Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação de Ciência da Computação em 2006 à hoje meu Orientador.

A meu co-orientador Flavio Teles, pela presença marcante.

A meus superiores, Rivelino, Eduardo e Eder, pela compreensão e apoio incondicional.

A minhas companheiras de trabalho, Thaiany e Nathália, por terem sido meus olhos, braços, pernas e ouvidos, durante esta jornada, e pela lealdade e amizade ímpar.

A Adenir, um companheiro de trabalho e amigo único, que mais de uma vez foi a força que eu não tinha.

À Unemat, por ter mudado minha vida por meio de minha graduação, trabalho, e agora Pós-graduação.

Ao PPGECM, por todo o conhecimento que obtive.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio institucional e pelo fomento à pós-graduação, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

Este trabalho investiga como os drones podem ser utilizados como recurso pedagógico no ensino de Matemática e Física no contexto de uma formação continuada com professores da Educação Básica em Barra do Bugres, Mato Grosso. A problemática que orienta o estudo decorre da lacuna existente entre o potencial pedagógico dos drones enquanto tecnologia digital emergente, especificamente dentro da robótica educacional e sua efetiva apropriação pelos professores na prática docente. Diante disso, questiona-se: “como o drone pode ser incorporado como recurso pedagógico no ensino de matemática e física no contexto de uma formação continuada com professores da educação básica, considerando as evidências presentes na literatura, e as percepções dos professores sobre suas potencialidades e desafios?” O objetivo geral consiste em investigar o uso de drone como recurso pedagógico para o ensino de matemática e física na percepção dos professores da educação básica em Barra do Bugres. O estudo fundamenta-se em referenciais teóricos sobre o papel das Tecnologias Digitais no ensino de física e matemática, Pensamento Computacional, Robótica Educacional e Drones, sustentando a compreensão do drone como um recurso pedagógico. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, estruturada a partir dos pressupostos da pesquisa-formação, por compreender que esse modelo integra a formação docente à produção de saberes no contexto da prática. A análise de dados segue o método de indução analítica, permitindo identificar categorias emergentes a partir dos registros, questionários e materiais produzidos pelos participantes durante a formação. Como parte do processo formativo, foram desenvolvidos dois produtos educacionais: um e-book, elaborado para suprir a ausência de materiais introdutórios em língua portuguesa sobre o uso pedagógico de drones, organizado em eixos temáticos que articulam aspectos legais, técnicos, operacionais e didáticos; um aplicativo de programação em blocos para drones Tello, criado para apoiar a experimentação prática durante a formação e favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional por meio da programação do voo. Ambos os materiais foram incorporados às atividades da formação e também analisados enquanto produções que emergiram da própria pesquisa-formação, seja direta ou indiretamente. A partir da análise dos dados, três temas emergiram: a) drone como recurso pedagógico; b) o uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional; e c) produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico. Os resultados indicam que o uso de drones contribui para a contextualização de conteúdos abstratos de Matemática e Física, promovendo o raciocínio lógico, o trabalho colaborativo e o desenvolvimento do pensamento computacional, além de despertar maior engajamento dos professores nas práticas pedagógicas, estando alinhado ao contexto da robótica educacional. Contudo, emergem desafios relacionados à infraestrutura tecnológica e à necessidade de formação continuada voltada ao uso pedagógico dos drones. Os resultados apontam para a importância de políticas institucionais e de materiais de apoio que favoreçam a inserção desses recursos no ambiente escolar, bem como formação referente ao pensamento computacional.

Palavras-chave: Drone. Robótica Educacional. Ensino de Matemática e Física. Formação Continuada de Professores. Pensamento Computacional.

ABSTRACT

This study investigates how drones can be used as pedagogical resources for teaching Mathematics and Physics within the context of a continuing education program for Basic Education teachers in Barra do Bugres, Mato Grosso. The problem guiding the research stems from the gap between the pedagogical potential of drones as an emerging digital technology—particularly within educational robotics—and their effective appropriation by teachers in classroom practice. In this context, the study asks: “How can drones be incorporated as pedagogical resources in the teaching of mathematics and physics within a continuing education program for basic education teachers, considering the evidence present in the literature and teachers’ perceptions of their potential and challenges?” The general objective is to investigate the use of drones as pedagogical resources for teaching mathematics and physics from the perspective of Basic Education teachers in Barra do Bugres. The study is grounded in theoretical frameworks addressing the role of Digital Technologies in the teaching of Physics and Mathematics, Computational Thinking, Educational Robotics, and Drones, supporting the understanding of drones as pedagogical tools. The research adopts a qualitative, exploratory approach, structured according to the principles of research-formation, recognizing that this model integrates teacher education with the production of knowledge within the context of practice. Data analysis follows the method of analytic induction, enabling the identification of emerging categories from the records, questionnaires, and materials produced by participants during the training program. As part of the formative process, two educational products were developed: an e-book, created to address the lack of introductory Portuguese-language materials on the pedagogical use of drones, organized into thematic sections that articulate legal, technical, operational, and didactic aspects; and a block-based programming application for Tello drones, designed to support practical experimentation during the training and promote the development of computational thinking through flight programming. Both materials were incorporated into the training activities and analyzed as productions emerging directly or indirectly from the research-formation process. From the data analysis, three themes emerged: a) drones as pedagogical resources; b) the pedagogical use of drones as a strategy for developing computational thinking; and c) the production of materials and continuing education as strategies for integrating drones as pedagogical tools. The results indicate that the use of drones contributes to contextualizing abstract Mathematics and Physics concepts, promoting logical reasoning, collaborative work, and the development of computational thinking, while also increasing teacher engagement in pedagogical practices. This aligns with the context of educational robotics. However, challenges emerge related to technological infrastructure and the need for continuing education focused on the pedagogical use of drones. The findings highlight the importance of institutional policies and support materials that facilitate the integration of these resources into school environments, as well as training directed toward computational thinking.

Keywords: Drone; Educational Robotics; Mathematics and Physics Teaching; In-service Teacher Education; Computational Thinking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelos de drones: a) Asa Fixa; b) Asa Rotativa.....	37
Figura 2 - Arranjos de propulsão simples ou convencional.....	38
Figura 3 - Arranjos de propulsão coaxial.....	38
Figura 4 - Drone como recurso pedagógico (continua).....	41
Figura 4 - Drone como recurso pedagógico (continuação).....	42
Figura 5 - Etapas da Revisão Sistemática da Literatura.....	45
Figura 6 - Distribuição das pesquisas por país.....	49
Figura 7 - Distribuição das pesquisas por ano.....	50
Figura 8 - Vista parcial Laboratório de Simulação e Manufatura Digital (LSMD).....	57
Figura 9 - Organização da formação.....	59
Figura 10 - Equipamentos utilizados na formação.....	63
Figura 11 - Arquitetura de comunicação entre o drone Tello e a aplicação.....	66
Figura 12 - Tela do sistema VolatusDrone.....	67
Figura 13 - Etapas da indução analítica.....	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Detalhamento dos passos da RSL.....	45
Quadro 2 - Critérios de exclusão e classificação dos trabalhos.....	48
Quadro 3 - Características do público da pesquisa que respondeu o questionário.....	57
Quadro 4 - Temas constituídos a partir das categorias emergentes.....	74
Quadro 5 - Exemplo da formação da codificação das unidades de análise.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT - Internet das Coisas

IA - Inteligência Artificial

TD - Tecnologias Digitais

RE - Robótica Educacional

RP - Robótica Pedagógica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

PC - Pensamento Computacional

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

UA - *Unmanned Aircraft*

UAS - *Unmanned Aircraft Systems*

UAV - *Unmanned Aerial Vehicle*

RPAS - *Remotely Piloted Aircraft Systems*

RPA - *Remotely Piloted Aircraft*

ARP - Aeronave Remotamente Pilotada

Anac - Agência Nacional da Aviação Civil

Anatel - Agência Nacional de Telecomunicações

Decea - Departamento de Controle de Espaço Aéreo

RSL - Revisão Sistemática da Literatura

STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

STEAM - *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*

VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado

PNED - Política Nacional de Educação Digital

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Motivação da pesquisa.....	17
1.2 Justificativa e relevância da pesquisa.....	18
1.3 Questão norteadora da pesquisa.....	19
1.4 Objetivos da pesquisa.....	19
1.5 Organização da dissertação.....	20
2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	22
2.1 As normativas da educação brasileira que embasam o pensamento computacional e a robótica educacional.....	22
2.2 Tecnologias Digitais e o ensino de matemática e física.....	26
2.3 Pensamento Computacional.....	29
2.4 Robótica Educacional.....	32
2.5 Drones: fundamentos e potencialidades pedagógicas.....	35
3 DRONE NO CONTEXTO DO ENSINO NA LITERATURA ATUAL.....	44
3.1 Critérios de seleção e sistematização dos dados.....	44
3.2 Análise e interpretação dos dados.....	48
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	54
4.1 Tipo e abordagem da pesquisa.....	54
4.2 Contexto e metodologia da formação.....	55
4.3 Elaboração do e-book como material formativo.....	60
4.4 Conteúdo da formação.....	62
4.5 Desenvolvimento do aplicativo VolatusDrone.....	65
4.6 Produção de dados.....	68
4.7 Organização e análise de dados.....	71
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	77
5.1 Drone como recurso pedagógico.....	78
5.1.1 Amparo para a utilização de drone como recurso pedagógico.....	79
5.1.2 Formas de uso do drone como recurso pedagógico.....	79

5.1.3	Percepções de uso de drone como recurso pedagógico.....	82
5.1.4	Potencialidade da utilização de drone como recurso pedagógico.....	84
5.1.5	Considerações finais do tema “drone como recurso pedagógico”	86
5.2	O uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional.....	87
5.2.1	Desenvolvimento do pensamento computacional a partir do uso de drones com recurso pedagógico.....	88
5.2.2	Formação continuada sobre pensamento computacional.....	90
5.2.3	Considerações finais do tema “o uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional”	92
5.3	Produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico.....	94
5.3.1	Formação continuada sobre o uso de drone como recurso pedagógico.....	94
5.3.2	Produção de materiais para reduzir as incertezas do uso de drone como recurso pedagógico.....	96
5.3.3	Formação continuada a respeito de lógica de programação e programação em blocos.....	99
5.3.4	Considerações finais do tema “produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico”	101
5.4	Análise dos planos de aula elaborados pelos professores.....	102
5.4.1	Apropriação do drone como recurso pedagógico.....	104
5.4.2	Articulação entre drone e conteúdos de matemática e física.....	106
5.4.3	Pilares segurança, operação, aprendizagem ativa e pesquisa.....	107
5.4.4	Evidências de transformação docente no contexto da pesquisa-formação.....	109
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
	REFERÊNCIAS.....	114
	APÊNDICE A - Lista de obras selecionadas na Revisão Sistemática da Literatura.....	129
	APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre Esclarecido.....	137
	APÊNDICE C - Plano de ensino da formação.....	141
	APÊNDICE D - Questionário de produção de dados.....	155

APÊNDICE E - Modelo - Plano de Aula / Sequência Didática.....	159
ANEXO A - Parecer de institucionalização do curso.....	166
ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP.....	168

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática e Física há muito vem sendo debatido por educadores e pesquisadores, em uma busca por possibilidades que vão além da simples memorização de fórmulas e regras. Estudos nesta área destacam a importância da concepção de um currículo de ensino de matemática e física que promova aprendizagens, utilizando formas de trabalho diversificadas, materiais adequados e um contrato didático que respeite as características dos alunos, visando ampliar as oportunidades de aprendizagem e promover equidade e inclusão social no ambiente escolar. Além disso, o ensino deve ser adequado de modo a expressar situações que façam sentido para os alunos, conectando os conceitos com seu entorno e capacidade cognitiva, apresentando conteúdos de forma contextualizada para auxiliar na compreensão significativa dos conceitos e o desenvolvimento do pensamento crítico, favorecendo a autonomia dos alunos (Hamido; Branco; Machado, 2012; Moreira, 2021).

Além desses desafios pedagógicos tradicionais, o cenário educacional atual também é impactado pelo rápido avanço tecnológico. A educação contemporânea enfrenta um processo de transformação, que vem crescendo exponencialmente, tornando as pessoas cada vez mais dependentes das TD impulsionado pelo rápido avanço de tecnologias, com uma atenção especial à Robótica, Internet das Coisas (do Inglês: Internet of Things - IoT) e mais recentemente a Inteligência Artificial (IA), se mostrando cada vez mais como uma oportunidade para a educação em função da crescente demanda por profissionais que tenham as habilidades necessárias para este contexto socioeconômico e cultural (Andrade; Ramalho, 2024; Garofalo, 2018; Shimazu *et al.*, 2024; Souza; Castro, 2022).

Entre as diferentes possibilidades que emergem desse contexto, a Robótica Educacional tem se destacado como um campo fértil de inovação. Inspirada em concepções construtivistas e construcionistas, a exemplo das propostas de Seymour Papert, essa abordagem propõe que o estudante aprenda fazendo, manipulando e programando artefatos tecnológicos que materializam ideias e conceitos. Essa relação ativa com o conhecimento desperta o interesse e o protagonismo dos aprendizes, ao mesmo tempo em que estimula a resolução de problemas, a criatividade, a colaboração e até o interesse por carreiras científicas (Papert, 1985, 2008; Souza; Castro, 2022; Nascimento, 2025).

Dentro deste universo, os drones, dispositivos robóticos capazes de realizar voos controlados manualmente ou por meio de programação, representam uma vertente promissora, mas pouco explorada no contexto brasileiro. Pesquisadores como Yepes (2020) e

Yepes e Barone (2018a, 2018b), Nascimento (2022b, 2025) e Ventura (2022) reconhecem nesses equipamentos uma extensão da robótica educacional, com potencial para integrar conteúdos de física, matemática, computação e até geografia. Ao unir o concreto ao abstrato, os drones favorecem a aprendizagem de conceitos complexos, tornando-os visíveis e experimentais.

Ademais, o avanço tecnológico e o crescimento do mercado de drones também reforçam sua relevância social e econômica. Essas aeronaves, antes restritas a usos militares, passaram a desempenhar funções essenciais em áreas como agricultura, engenharia, meio ambiente e segurança pública. Esse contexto desperta novas possibilidades de atuação profissional e evidencia a importância de preparar as futuras gerações para compreender e utilizar tais tecnologias de modo ético, responsável e criativo (Yepes; Barone, 2018a, 2018b; Yepes, 2020; Nascimento, 2022a; Ventura *et al.*, 2022; Issar, 2024; Nascimento, 2025).

Em um mundo altamente tecnológico, com uma população jovem vivendo diariamente imersos em tecnologias digitais, tal qual computadores, tablets, celulares, smart TVs e tantas outras formas presentes no dia a dia, conectadas à internet, a utilização desses recursos torna-se imprescindível no ensino ante a realidade de mercado e também à necessidade de despertar a atenção e manter os alunos motivados. Além das dimensões técnicas, é fundamental considerar aspectos pedagógicos, éticos e legais, de modo que o uso em sala de aula respeite as normas de segurança e privacidade, ao mesmo tempo em que promova aprendizagens significativas. (Garofalo, 2018; Dantas, 2019).

Outro ponto relevante diz respeito à relação dessa proposta com as políticas curriculares brasileiras. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em sua versão de 2018, já estabelecia o desenvolvimento da cultura digital. Mais recentemente, a Resolução CNE/CEB nº 1/2022, que normatiza a Computação na Educação Básica, e a Política Nacional de Educação Digital (PNED), instituída pela Lei nº 14.533/2023, reforçaram essa direção. Em conjunto, essas normativas enfatizam o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC), da cultura digital e da resolução criativa de problemas como competências essenciais da educação básica. Essa orientação converge com as ideias de Wing, que define o pensamento computacional como uma habilidade transversal, necessária a todos os cidadãos. Ao programar drones para realizar trajetórias de voo ou executar tarefas específicas, os estudantes aplicam princípios de abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e elaboração de algoritmos, pilares do PC (Brasil, 2018; Barata; Matos, 2019; Yepes, 2020; Gomes Rocha, 2023).

Desde o início desta investigação, assume-se o drone não apenas como uma inovação tecnológica inserida no contexto educacional, mas como um recurso pedagógico potencialmente capaz de mediar processos de ensino e aprendizagem em Matemática e Física. Tal compreensão orienta toda a construção teórica e metodológica da pesquisa, afastando a ideia do drone como mero aparato instrumental e aproximando-o de uma perspectiva educativa intencional e fundamentada.

Nesta perspectiva, o drone, enquanto robótica educacional, deixa de ser apenas uma ferramenta tecnológica e passa a constituir um objeto de aprendizagem, no sentido defendido por Papert, ao se configurar como um artefato capaz de mediar a construção do conhecimento e o desenvolvimento de novas formas de pensar. Ao explorar fenômenos físicos como aceleração, força, equilíbrio e trajetória, ou conceitos matemáticos como ângulos, medidas e funções, o aluno compreende na prática o que antes parecia abstrato. Além disso, a experiência de programar e controlar o equipamento promove o raciocínio lógico e o trabalho colaborativo, elementos fundamentais na formação científica contemporânea (Yepes, 2020; Zardo; Reis; Webber, 2021).

Entretanto, a adoção desse recurso pedagógico exige uma formação docente que vá além do domínio técnico. O professor precisa compreender o potencial do drone como mediador de aprendizagens e reconhecer suas limitações, integrando-o de modo coerente ao planejamento curricular. A formação continuada, nesse sentido, torna-se espaço privilegiado para reflexão, experimentação e construção coletiva de práticas inovadoras. É nela que o professor aprende a transformar a tecnologia em recurso pedagógico, e não em mero instrumento de demonstração.

É nesse contexto que se insere a presente pesquisa, desenvolvida junto a professores da educação básica do município de Barra do Bugres, Mato Grosso. O estudo busca investigar de que maneira os drones podem ser utilizados como recurso pedagógico no ensino de Matemática e Física, considerando as percepções, desafios e possibilidades vivenciadas pelos docentes em processo de formação continuada. A proposta visa contribuir para a ampliação do debate sobre o papel das tecnologias emergentes na educação e para o fortalecimento de práticas que articulem teoria, experimentação e reflexão crítica.

Em síntese, compreender o uso de drones como recurso pedagógico é entender também o movimento de transformação que perpassa a educação contemporânea. Mais do que uma inovação tecnológica, trata-se de uma oportunidade de ressignificar o ensino das ciências, tornando-o mais investigativo, interdisciplinar e conectado à realidade dos alunos.

Neste trabalho, o drone é compreendido como um dispositivo robótico e, portanto, como um recurso da robótica educacional. Não é tratado como uma tecnologia externa ou paralela a esse campo, mas como uma de suas materializações contemporâneas no contexto escolar. Essa compreensão orienta toda a construção teórica e metodológica da pesquisa, bem como a análise dos dados e a discussão dos resultados, especialmente no que se refere ao ensino de Matemática e Física mediado por tecnologias digitais.

1.1 Motivação da pesquisa

A robótica educacional já é uma realidade em muitas escolas, e o Governo de Mato Grosso tem ampliado esforços para fomentar a inclusão desse recurso na rotina pedagógica das escolas. Paralelamente, observa-se o avanço significativo da utilização de drone no mercado de trabalho, abrindo um leque de possibilidades profissionais e tecnológicas para os próximos anos.

A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância de desenvolver o letramento científico, compreendido como a capacidade de interpretar e transformar o mundo natural, social e tecnológico (Brasil, 2018, 2022a). Nesse sentido, os drones apresentam-se como um recurso capaz de articular conceitos de forma prática e significativa, como distância, ângulos e trigonometria na Matemática, e dinâmica do voo e Leis de Newton na Física (Yepes, 2020; Zardo; Reis; Webber, 2021; Nascimento, 2025).

Apesar desse potencial, ainda há pouca exploração e compreensão do uso de drones como recurso pedagógico por parte dos educadores (Yepes; Barone, 2018a, 2018b; Yepes, 2020; Yepes; Barone; Porciuncula, 2022; Ventura *et al.*, 2022). Yepes e Barone (2018b), destacam ainda, que em um cenário de crescente escassez de profissionais na área de exatas, a utilização de recursos tecnológicos capazes de despertar o interesse dos alunos torna-se essencial, o que reforça a necessidade de formação adequada dos professores que irão utilizá-los.

Considerando os três eixos que sustentam o uso de drones (hardware, software e serviços) há uma ampla gama de possibilidades para ensino, que vai além do simples manuseio do equipamento. É possível integrar conceitos matemáticos e físicos, programação, legislação aeronáutica, direito à privacidade, geografia, inglês, entre outros (Yepes, 2020; Nascimento, 2025). No contexto da Matemática, por exemplo, simuladores permitem representar trajetórias de voo por meio de funções e explorar conceitos geométricos como o plano cartesiano. No ensino de Física, é possível analisar aspectos eletrônicos do

equipamento, consumo elétrico, força centrípeta, gravidade, velocidade, energia, potência, entre outros (Zardo; Reis; Webber, 2021).

Diante dessas possibilidades, torna-se relevante investigar a utilização dos drones como recurso pedagógico, não apenas para apresentação do equipamento, mas como alternativa de ensino de conteúdos de matemática e física alinhados à realidade tecnológica dos estudantes. A partir das buscas iniciais na literatura, observou-se uma lacuna significativa no contexto brasileiro, em contraste com Estados Unidos, Malásia e Grécia (George; Park, 2020; Jemali *et al.*, 2022; Mathews; DeChano-Cook; Bloom, 2023; Janke *et al.*, 2023; Hussain *et al.*, 2024a, 2024b; Abichandani *et al.*, 2024; Karachalios *et al.*, 2024), onde a utilização pedagógica de drones já é explorada com maior intensidade. Esse cenário reforça o interesse em compreender se os drones são, de fato, adequados como recurso pedagógico e se sua utilização é viável para o ensino de conteúdos de matemática e física.

1.2 Justificativa e relevância da pesquisa

O avanço das tecnologias digitais tem intensificado a presença de dispositivos automatizados em diversos setores sociais e produtivos, o que tem exigido da escola a capacidade de aproximar o ensino dos modos contemporâneos de produzir conhecimento. No contexto do ensino de matemática e física, esse desafio se evidencia na necessidade de promover experiências que articulem conceitos abstratos com aplicações concretas, ampliando as possibilidades de significação para os estudantes.

Entre as tecnologias emergentes com potencial pedagógico, os drones têm ganhado destaque por integrarem princípios de programação, automação, física do movimento, sistemas de coordenadas, geometria e resolução de problemas. No entanto, apesar desse potencial, diversas pesquisas apontam que o uso de drones como recurso pedagógico permanece pouco explorado e com reduzidas investigações de caráter científico. Yepes e Barone (2018b), por exemplo, destacam que a aplicação de drones como ferramenta educacional ainda é incipiente. O próprio Yepes (2020) reforça a ausência de propostas metodologicamente fundamentadas na área, e Ventura *et al.* (2022), por meio de um mapeamento sistemático, confirmam a existência de um cenário ainda tímido de produção científica sobre o tema.

Essa lacuna torna especialmente relevante a investigação do uso de drones no âmbito de uma formação continuada de professores, uma vez que mudanças pedagógicas sustentáveis dependem da participação do docente na análise, experimentação e reflexão sobre novas

práticas. Assim, compreender como professores da educação básica percebem as potencialidades e desafios dessa tecnologia permite avaliar sua viabilidade pedagógica, bem como identificar condições necessárias para sua implementação no ensino de matemática e física.

Diante disso, esta pesquisa se justifica pela necessidade de produzir conhecimento sobre uma tecnologia emergente ainda pouco explorada no campo educacional, articulando literatura, prática formativa e percepções docentes para compreender de que maneira o drone pode ser incorporado como recurso pedagógico nessas áreas do conhecimento.

1.3 Questão norteadora da pesquisa

A acelerada transformação das Tecnologias Digitais tem imposto novos desafios ao ensino de matemática e física, especialmente no que diz respeito à busca por recursos pedagógicos que dialoguem com as práticas contemporâneas e favoreçam a participação dos estudantes. Nesse cenário, torna-se pertinente investigar novos recursos que extrapolam os recursos didáticos tradicionalmente utilizados, entre eles os drones, cuja presença cresce no contexto social e econômico.

Considerando esse panorama, a questão que orienta esta pesquisa é: como o drone pode ser incorporado como recurso pedagógico no ensino de matemática e física no contexto de uma formação continuada com professores da educação básica, considerando as evidências presentes na literatura, e as percepções dos professores sobre suas potencialidades e desafios?

A formulação dessa questão implica reconhecer o drone como tecnologia com potencial de articular princípios da robótica educacional, mobilizar conceitos matemáticos e físicos e abrir possibilidades para práticas pedagógicas inovadoras. Além disso, coloca em evidência a necessidade de compreender como professores em formação continuada percebem esse recurso, suas limitações e suas contribuições para o ensino, aspecto central para a adoção consciente de tecnologias no ambiente escolar.

1.4 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral da pesquisa consiste em: Investigar o uso do drone como recurso pedagógico para o ensino de matemática e física na percepção dos professores da educação básica em Barra do Bugres.

Os objetivos específicos são:

- (1) mapear produções acadêmicas e científicas sobre o uso de drones no contexto educacional, identificando as possibilidades e desafios de sua aplicação em sala de aula, bem como os conteúdos de Matemática e Física que podem ser abordados por meio desse recurso, de modo a definir sua aderência e pertinência para uma formação pedagógica;
- (2) apoiar a elaboração de propostas de atividades e planos de aula com drones durante a formação continuada, como parte do processo reflexivo dos professores sobre o uso desse recurso no ensino de matemática e física;
- (3) descrever as potencialidades e os desafios da utilização de drones como recurso pedagógico para o ensino de matemática e de física, sob a perspectiva de professores em formação continuada.

1.5 Organização da dissertação

A organização de um documento precisa ter como pressuposto basilar o encadeamento de ideias para que o leitor possa compreender o sentido daquilo que é defendido à luz da leitura que faz. Neste sentido, esta dissertação está organizada em seis capítulos os quais têm por objetivo apresentá-la, conceituá-la, descrever o percurso metodológico e, por fim, apresentar os resultados.

Assim temos o Capítulo 1, no qual faz parte esta seção, apresenta as motivações que levaram a realização da presente pesquisa, seguido de uma seção destinada a justificativa e exposição da relevância da pesquisa, bem como uma seção para a questão norteadora e outra para descrever seus objetivos.

Na sequência, temos o Capítulo 2, composto por 5 subseções. Este capítulo foi estruturado de modo a fazer uma apresentação das normas brasileiras que sustentam a robótica educacional, seguido por uma seção destinada a apresentar os conceitos basilares deste trabalho sobre tecnologias digitais, robótica educacional e o ensino de matemática e física. Após, na seção 2.3, são apresentados os conceitos do pensamento computacional e na 2.4 a robótica educacional. A partir da seção 2.5, explora-se os conceitos inerentes aos drones e sua relação como recurso pedagógico no contexto da robótica educacional.

O Capítulo 3 é destinado a apresentar uma revisão sistemática da literatura com os principais achados sobre o assunto. Para isto ele foi dividido em duas subseções, sendo a primeira para tratar os critérios da busca e o segundo para a análise dos achados.

No Capítulo 4, é exposto o percurso metodológico necessário à produção e análise de dados. Ele descreve a tipologia e a abordagem da pesquisa, o contexto e a metodologia da formação, descreve a elaboração do e-book, o conteúdo da formação, e o desenvolvimento do software VolatusDrone utilizado durante a formação, findado com uma seção destinada a produção de dados, e outra para a organização e análise dos dados, fechando o circuito metodológico.

Já o Capítulo 5 mostra os resultados e discussões detalhando os temas que surgiram a partir da análise dos dados separados em seções. Para isto, dividiu-se o capítulo em 4 subseções as quais abarcam os três temas que emergiram e uma destinada à análise dos planos de aula produzidos durante a formação.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as considerações finais acerca da pesquisa, apresentando os resultados obtidos, percepções, fragilidades e sugestões de novas pesquisas sobre a temática fechando o trabalho.

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Um trabalho científico necessita de uma sustentação teórica, com a qual sua pesquisa será confrontada no sentido de dar base à interpretação dos significados dos dados e observações registradas durante o trabalho (Lakatos, 2021).

Para constituição da sustentação teórica deste trabalho, optou-se por subdividir em eixos temáticos que buscam responder aos objetivos propostos e também dar solidez às discussões durante toda a pesquisa. Assim, neste capítulo discutiremos a robótica educacional e o pensamento computacional iniciando pelas normativas brasileiras que regem a educação no contexto do Brasil, seguindo pela contribuição das tecnologias digitais dentro do ensino de matemática e física, até chegar no universo dos drones, suas fundamentações e potencialidades pedagógicas.

2.1 As normativas da educação brasileira que embasam o pensamento computacional e a robótica educacional

A educação brasileira tem como marco regulatório a Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, a qual estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, também conhecida pelo acrônimo LDB. Esta lei institui, logo no seu art. 2º o princípio de que:

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Brasil, 1996, s.n).

A LDB estabelece, portanto, o compromisso com a formação integral do educando e como o desenvolvimento de competências que o preparem para o mundo do trabalho e para a participação crítica na sociedade. Nos artigos 4º, 26, 32, 35, 35-A e 35-B, a lei reconhece a importância de incorporar ferramentas e recursos digitais aos processos de ensino e aprendizagem, promovendo o letramento digital e incentivando a inclusão de conteúdos relacionados à computação, programação e robótica nos currículos do ensino fundamental e médio (Brasil, 1996). Dessa forma, a LDB evidencia que a educação digital e tecnológica é pilar estruturante da educação contemporânea, fortalecendo tanto o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) quanto a implementação da Robótica Educacional (RE) como estratégias pedagógicas.

Além disso, a LDB determina a responsabilidade da União, em colaboração com os Estados, Distrito Federal e os Municípios, de elaborar o Plano Nacional de Educação (PNE).

O PNE vigente, instituído pela Lei Federal 13.005/2014, foi elaborado para o período de 2014 a 2024, sendo composto, por diretrizes, metas e estratégias voltadas à política educacional (Brasil, 2014). Entre suas diretrizes, destacam-se o estímulo à inovação pedagógica, o incentivo à formação docente para o uso das tecnologias digitais e o fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de práticas interdisciplinares, aspectos que sustentam, de forma direta, a consolidação da robótica e do pensamento computacional no contexto escolar.

Outro documento importante oriundo da LDB é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) descrita como:

[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2018, p. 7).

Esse documento normativo serve de referência para os currículos escolares em todo o país e reconhece, de forma explícita, o papel das Tecnologias Digitais (TD) na formação integral dos estudantes. Na competência geral número 5, estabelece a necessidade de:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

Essa diretriz evidencia que as TD, a computação e a robótica devem ser entendidas não apenas como ferramentas, mas como meios de expressão cognitiva e criativa que favorecem o protagonismos dos estudantes. A BNCC, ao valorizar a compreensão, o uso e a criação de soluções tecnológicas, sustenta o desenvolvimento e competências associadas tanto ao Pensamento Computacional, quanto à Robótica Educacional, uma vez que ambas estimulam a resolução de problemas, a experimentação e o raciocínio lógico.

Dentro da área de Matemática, a BNCC reforça essa integração ao propor o uso das tecnologias digitais na resolução de problemas cotidianos e interdisciplinares, destacando o papel do letramento matemático e dos processos cognitivos de raciocínio, representação e comunicação. O documento enfatiza que tais processos são “[...] potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais [...] e para o desenvolvimento do pensamento computacional” (Brasil, 2018, p. 266). Além disso, no Ensino Fundamental, a BNCC (Brasil, 2018) estabelece que o desenvolvimento do PC deve ocorrer de forma transversal, em contextos que envolvam a formulação e resolução de problemas.

Essa competência se articulam à RE, pois o ato de programar, construir ou controlar

um robô, um drone, constitui uma prática que mobiliza habilidades como abstração, decomposição, identificação de padrões e criação de algoritmos, pilares do PC, ao mesmo tempo em que desenvolve a criatividade, a colaboração e o raciocínio espacial. A RE, portanto, concretiza o que a BNCC preconiza: o uso da tecnologia como meio de aprendizado ativo e contextualizado.

Além disso, reforça a necessidade de que as escolas ofereçam itinerários formativos que atendam às realidades locais, conforme os recursos físicos, materiais e humanos disponíveis nas redes de ensino. Esses itinerários devem garantir “[...] aos estudantes possibilidades efetivas para construir e desenvolver seus projetos de vida e se integrar de forma consciente e autônoma na vida cidadã e no mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p. 478).

A BNCC também ressalta que “[...] os itinerários devem garantir a apropriação de procedimentos cognitivos e o uso de metodologias que favoreçam o protagonismo juvenil” (Brasil, 2018, p. 478), com foco na investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural, e empreendedorismo, conforme estabelecido na Resolução CNE/CEB nº 3/2018.

Ná área de matemática e suas tecnologias, a BNCC orienta que os itinerários formativos abordem o:

[...] aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em **contextos sociais e de trabalho**, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, funcionais e não-lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, **robótica, automação, inteligência artificial, programação**, jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (Brasil, 2018, p. 477, grifo nosso).

Essas competências ampliam as possibilidades de aplicação da robótica educacional no ensino de matemática e física, tornando-se um marco significativo para o desenvolvimento de novas formas de uso dessas tecnologias, como o uso de drones como recurso pedagógico e reforçam o compromisso para o desenvolvimento do pensamento computacional dentro do contexto escolar utilizando-se da robótica educacional como forma para alcançar este objeto.

Em consonância a esses marcos, em 2022, a Câmara da Educação Básica publicou a Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022, que normatiza sobre Computação na Educação Básica, complementando a BNCC ao definir competências e habilidades para todas as séries do ensino fundamental e médio. Essa Resolução também prevê políticas para o desenvolvimento de saberes docentes para o ensino de Computação. A proposta está organizada em torno de três eixos estruturantes: Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital (Brasil, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d). Essa estrutura reconhece que o PC deve

permeiar todas as áreas do conhecimento e que a RE é uma das formas mais viáveis de operacionalizá-lo em sala de aula, ao transformar conceitos abstratos em experiências concretas de ensino.

Nesta mesma linha, em 11 de janeiro de 2023, foi promulgada a Lei nº 14.533 que instituiu a Política Nacional de Educação Digital, além de alterar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Esta nova lei traz o PC dentro do eixo Educação Digital Escolar dividindo espaço com Mundo Digital, Cultura Digital, Direitos Digitais e Tecnologia Assistiva (Brasil, 2023c). Essa política reforça o compromisso do Estado brasileiro em desenvolver competências digitais e computacionais, promover a inclusão tecnológica e ampliar o acesso a práticas pedagógicas inovadoras, como a robótica e a programação. Tanto a Resolução nº 1/2022 quanto a Lei nº 14.533/2023 destacam que o desenvolvimento do Pensamento Computacional envolve projetar soluções computacionais, utilizar dados para a tomada de decisão, empregar estratégias de depuração e otimização e promover o raciocínio lógico, a análise crítica e a criatividade, dimensões que se materializam nas práticas da Robótica Educacional.

Diante desse conjunto normativo, observa-se uma convergência entre as políticas educacionais e a integração de tecnologias emergentes no currículo. Programar um drone para seguir trajetórias de voo, explorar conceitos de força e movimento em atividades de física ou calcular ângulos e distâncias em contextos matemáticos exemplifica como o PC e a RE podem atuar de forma articulada para concretizar o que as diretrizes legais brasileiras preveem: uma educação voltada à investigação, à criação e à resolução de problemas de forma crítica, colaborativa e significativa.

Assim, as normas que regem a educação básica no Brasil não apenas reconhecem, mas institucionalizam a presença do Pensamento Computacional e da Robótica Educacional com dimensões complementares da formação contemporânea. O PC representa a competência cognitiva de pensar logicamente e estruturar soluções, enquanto a RE constitui o caminho metodológico que permite vivenciar, na prática, os processos de construção do conhecimento científico e tecnológico. Somado, o drone enquanto recurso pedagógico, serve de estratégia de ensino, auxiliando na ligação entre todos esses elementos. Juntas, essas dimensões fortalecem o compromisso da educação como desenvolvimento integral do sujeito e com a preparação para os desafios científicos, tecnológicos e éticos do século XXI.

2.2 Tecnologias Digitais e o ensino de matemática e física

Tendo sua gênese no século XX, as Tecnologias Digitais, “revolucionaram a indústria, a economia, a sociedade” (Glossário Ceale, 2014). Desde seu surgimento, recebeu várias definições de nomenclaturas para a definir, tais como Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e mais recentemente Tecnologia Digitais (TD) (Kenski, 2013; Glossário Ceale, 2014; Costa; Duqueviz; Pedroza, 2015; Borba; Silva; Gadanidis, 2020), tendo, cada uma dessas definições, sido influenciadas pelo momento e pelas tecnologias digitais existentes naquele período. Neste documento, todos os termos serão considerados sinônimos, sendo utilizado o termo Tecnologias Digitais ou seu acrônimo, TD, para fins de nos referirmos a qualquer dispositivo com capacidade de navegação na internet, bem como *tablets*, celulares, *smartphones*, computadores, entre outros.

No âmbito educacional, as TD permitem uma multiplicidade de formas de aprender, pois insere um vasto sistema de signos que auxilia o professor no processo de ensino. Porém, estas [as tecnologias digitais]:

[...] se diferenciam umas das outras quanto às possibilidades e limitações para representar a informação, assim como no que se refere a outras características relacionadas à transmissão dessa informação e essas diferenças tem, por sua vez, implicações do ponto de vista educacional. Uma dessas TIC é a Robótica Educacional [...] (Mendes Da Silva; Barbosa Da Silva; Leão, 2022, p. 16).

A Robótica Educacional (RE), que surgiu nos Estados Unidos, ainda na década de 1970, encontrou nas décadas seguintes um grande impulso graças a Seymour Papert (1985). Ele introduziu a robótica no contexto escolar, enfatizando o uso da programação como um método para o desenvolvimento cognitivo e criativo dos alunos. A partir de suas primeiras experiências, na década de 1980, a robótica educacional foi ganhando força, especialmente pelo seu foco em permitir que os estudantes assumam um papel ativo na criação e resolução de problemas, utilizando tecnologias de forma prática e envolvente (Mendes Da Silva; Barbosa Da Silva; Leão, 2022).

A sociedade contemporânea há algum tempo vem experimentando uma extensiva transformação no que diz respeito ao uso das TD. Kenski (2003, 2013), mesmo antes da pandemia de Covid-19 e da massificação da utilização das inteligências artificiais, ocorridos a partir de 2020, já apontava que a sociedade atual vive uma ampliação das possibilidades de interação com as tecnologias por meio dos telefones, televisões e computadores, “[...] alterando nossa forma de viver e de aprender na atualidade” (Kenski, 2013, n.p). A mesma autora enfatiza que de tempos em tempos a sociedade vive uma nova era tecnológica criando

o paradoxo, se assim podemos definir: “novas tecnologias”.

Na verdade, desde o início da civilização, o predomínio de um determinado tipo de tecnologia transforma o comportamento pessoal e social de todo o grupo. Não é por acaso que todas as eras foram, cada uma à sua maneira, “eras tecnológicas”. Assim tivemos a Idade da Pedra, do Bronze...até chegarmos ao momento tecnológico atual, da Sociedade da Informação ou Sociedade Digital (Kenski, 2003, p. 2).

Nesse cenário de constante inovação, dispositivos robóticos como os drones, que também fazem parte da RE, emergem como ferramentas com potencial transformador, especialmente no contexto educacional, ao oferecerem novas perspectivas para o ensino de disciplinas como matemática e física.

No contexto do ensino de física, por exemplo, Rocha (2023) traz que a própria física pode ser qualificada como tecnologia, uma vez que, segundo a autora, “[...] tecnologia é todo processo que envolve a elaboração, a criação e a utilização de um recurso criado pelo homem [...]” (Rocha, 2023, p. 16). Em seu livro, Rocha (2023) apresenta, a partir da perspectiva inserção da informática na educação brasileira, que todo esse movimento que ocorreu no Brasil contribuiu para o ensino de física, uma vez que, não apenas os dispositivos que hoje são realidades nas salas de aulas como computadores, tablets e celulares, mas também por meio do “[...] uso de laboratórios virtuais, simuladores e jogos digitais” (Rocha, 2023, p. 42).

Especificamente dentro do contexto da educação matemática, Borba, Silva e Gadanidis (2020) discutem as TD, a partir da perspectiva da existência de quatro fases, destacando a evolução deste tema e apresentando as marcas de cada um destes momentos. Destacamos aqui a primeira fase, que na visão dos autores, inicia-se no anos 1980, a partir de discussões sobre o “[...] uso de calculadoras simples e científicas e de computadores [...]” (Borba; Silva; Gadanidis, 2020, n.p), porém sendo marcada efetivamente, a partir do uso do software LOGO, por volta de 1985, o qual trouxe uma relação entre as programações e o pensamento matemático (Rocha, 2023).

Papert (1985) nas primeiras linhas de seu livro LOGO: computadores e educação, título em português, já destaca as transformações sociais advindas de como as pessoas deixaram de encarar os computadores como equipamentos exóticos e começaram a aceitá-los, a partir do surgimento dos computadores pessoais, “[...] pequenos e baratos o suficiente para ter seu lugar em qualquer sala de visitas ou mesmo em qualquer bolso” (Papert, 1985, p. 15).

Esta fase ficou marcada pelo construcionismo, principal perspectiva teórica sobre o uso pedagógico do LOGO, que segundo Papert tem como meta “[...] ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado” (Papert, 2008, p. 134). E apesar de não sido criada especificamente para a área de

física, acabou contribuindo uma vez que:

Embora o Logo seja mais direcionado à Matemática, estudantes de Física podem ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional mediante a programação, o que facilita a resolução de problemas, favorecendo o aprendizado desse componente curricular (Rocha, 2023, p. 42–43).

A segunda fase, de acordo com Borba, Silva e Gadanidis (2020) é marcada pela popularização dos computadores pessoais, tendo iniciado na primeira metade dos anos 1990, e pela disponibilidade de diversos softwares educacionais voltados à área de matemática produzidos por diversos atores: governamentais, empresariais e acadêmicos. Rocha (2023) destaca que esta fase ainda ressoa atualmente uma vez a partir de programas interativos professores e estudantes podem utilizá-los para compreender conceitos como mecânica, ondulatória, eletricidade, termodinâmica, entre outros conceitos da física.

Já, a partir de 1999, há o advento da internet e com isto, amplia-se o horizonte de natureza informacional e comunicacional trazido por essa tecnologia, marcando a terceira fase. Por fim, em meados dos anos 2004, com o advento da internet rápida, consolida-se o termo Tecnologias Digitais, e iniciando a quarta fase que, entre outros aspectos, permitiu o aprimoramento e o surgimento de novas possibilidades, tais como a diversidade e pluralidade nas formas de uso dos computadores e da internet, que passam a contar com possibilidades como Youtube, TED Talks, ou ainda de software para comunicação e disponibilização de ambientes online, entre muitos outros (Borba; Silva; Gadanidis, 2020).

Esses autores (Borba; Silva; Gadanidis, 2020), ao discutir a quarta fase, trazem ainda, os construtos “*pensar-com-tecnologias*” e “*seres-humanos-com-mídias*” que acabam corroborando a ideia de Lévy (1998) citado por Kenski:

[...] a predominância de determinadas tecnologias - desenvolvidas para garantir ao homem a superação de obstáculos naturais e a sobrevivência com melhor qualidade de vida, em cada lugar e em cada época - necessariamente encaminha as pessoas para novas aprendizagens. Essas aprendizagens não estão apenas direcionadas para o domínio de determinados conteúdos ou competências específicas. De uma forma ampla e complexa elas determinam os valores, as ações e a visão de mundo de cada pessoa e do grupo social no qual ela vive (Kenski, 2003, p. 3).

Dentro da área da educação, todo esse movimento deve ser aproveitado e apropriado nas práticas de sala de aula. Neste sentido, a partir das discussões de Papert (1985) sobre o uso da linguagem LOGO, e do robô tartaruga, abriu-se um leque de oportunidades pedagógicas. Esta ideia é corroborada por outros autores que destacam que “as tecnologias de informação, desde a televisão até os computadores e todas as suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para a ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem” (Mendes Da Silva; Barbosa Da Silva; Leão, 2022, p. 15).

Neste ponto, vale traçar um paralelo em relação ao robô tartaruga de Papert (1985) e os drones, aqui apresentados como recursos pedagógicos, em relação à sua proposta de auxiliar no processo de ensino. Se para Papert (1985) o “objeto-de-pensar-com” computacional era a tartaruga, neste trabalho são os drones. Retomando a ideia de Lévy (1998), esse dispositivo robótico voador, vem alterando a sociedade, e em certa medida a visão e a forma com que o ser humano se relaciona, seja do ponto de vista do trabalho, seja da privacidade, ou ainda como se locomove. E enquanto TD emergente e disruptivo que é, estes equipamentos têm potencial de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, além de contribuir no desenvolvimento do pensamento computacional, discutido na seção seguinte.

2.3 Pensamento Computacional

Reconhecido como uma habilidade de resolver problemas de forma lógica e sistemática, o Pensamento Computacional (PC), refere-se a um processo de pensamento em que busca-se formular soluções para um determinada situação, seja ela relacionada a computador ou não.

O PC, embora não possui uma definição única e ainda seja objeto de debate em busca de consenso (Gomes Rocha, 2023; Rocha; Basso; Notare, 2020), tem suas bases introduzidas no contexto da Robótica Educacional (RE) desde as discussões de Papert (1985) e seu conceito de “objeto-de-pensar-com” computacional (Rocha; Basso; Notare, 2020), não tratando do ensino de programação, o qual envolve o domínio de linguagem e sintaxe, mas dos processos mentais de resolução de problemas, aplicáveis mesmo fora do contexto da computação (Wing, 2016; Brackmann, 2017). Trabalhos como o de Alan Turing ou de George Boole, ilustram a interrelação entre essas áreas ao ponto de que quando tratamos do conceito do pensamento computacional, temos que partir da perspectiva que o mesmo refere-se não a forma como o computador pensa, e sim como humanos resolvem problemas (Fonseca Filho, 2007; Wing, 2016).

Papert lançou as bases do que hoje conhecemos como pensamento computacional, e seu trabalho foi expandido e refinado por autores como Jeannette Wing, que ofereceu uma definição mais abrangente ao conceito, tendo grande relevância na popularização dessa concepção. Wing (2016, p. 4) ao escrever sobre o assunto, destaca que o pensamento computacional:

[...] não é tentar fazer com que seres humanos pensem como computadores. Computadores são tediosos e enfadonhos; humanos são espertos e imaginativos. [...] Equipados com aparelhos computacionais, usamos nossa inteligência para resolver

problemas que não ousaríamos sequer tentar antes da era da computação e construir sistemas com funcionalidades limitadas apenas pela nossa imaginação.

Ao longo dos anos e após diversas discussões sobre as delimitações conceituais a respeito do pensamento computacional, Wing acaba trazendo uma perspectiva “[...] mais voltado aos processos mentais que podem ser aplicados em diferentes domínios” (Rocha; Basso; Notare, 2020, p. 585). Esta visão acaba alinhando-se a que Papert, já apresentava em seu primeiro livro, quando afirma que “o foco de minha atenção eram as crianças, a natureza do pensamento, e como as crianças se tornam pensadores” (Papert, 1985, p. 244). Segundo Papert, quando uma criança programa um computador, ela passa por um processo de transformação no que se refere a sua aprendizagem, criando uma relação de proximidade e domínio do computador (Papert, 1985). Além disso, soma-se a essa ideia que “[...] qualquer coisa é simples se a pessoa consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos; contrário tudo pode ser extremamente difícil” (Papert, 1985, p. 7).

Contudo, apenas apresentar o pensamento computacional, dissociando-o da computação ou da matemática pode levar a uma interpretação equivocada no que diz respeito ao seu real propósito. É importante ter em mente que a Ciência da Computação tem sua gênese na matemática. Neste sentido Fonseca Filho diz:

[...] que, no início, pelo menos nos círculos acadêmicos, a Computação apareceu como algo dentro dos Departamentos de Matemática, e ainda hoje, em muitas Universidades, a Ciência da Computação aparece como um Departamento de um Instituto de Matemática (2007, p. 22).

A partir das ideias construcionistas de Papert, Wing (2016) amplia o conceito, deslocando o foco do artefato tecnológico para o processo mental. Essa virada cognitiva inspira definições mais pragmáticas, como a de Kurshan (apud, Brackmann, 2017) que descreve o PC como uma competência criativa e estratégica aplicável em múltiplas áreas do conhecimento. Segundo Kurshan (2016) citado por Brackmann:

O Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (Brackmann, 2017, p. 31).

Brackmann (2017) e Gomes Rocha (2023) discutem em seus trabalhos o pensamento computacional à luz dos quatro pilares que o sustenta: abstração; decomposição; reconhecimento de padrões; e, algoritmos. Embora estes sejam os mais proeminentes, outros pilares foram sendo apresentados em diversos trabalhos. Gomes Rocha (2023) ainda ressalta que estes pilares não são simétricos ou estáticos e podem variar de acordo com o contexto de

utilização, mas se interrelacionam dinamicamente durante a resolução de problemas.

Suas discussões e posições alinham-se às de Papert e Wing, destacando que desenvolver o pensamento computacional é crucial para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas (Brackmann, 2017; Gomes Rocha, 2023), essencial dentro do contexto do ensino de Matemática e Física. A própria BNCC Computação, apresenta em suas premissas o reconhecimento e identificação de padrões, decomposição em partes menores, criação de algoritmos e a abstração, alinhando-se aos pilares destacados por Brackmann (2017) e Gomes Rocha (2023).

Rocha, Basso e Notare (2020) apresentam o pensamento computacional a partir das várias definições de Wing evidenciando a “[...] abstração como o elemento mais importante desse pensamento” (2020, p. 586). Para vários autores, este pilar refere-se à capacidade de focar nos aspectos mais importantes de um problema, ignorando os detalhes irrelevantes. Isso é particularmente útil em matemática e física, em que os alunos precisam abstrair conceitos complexos para simplificá-los em modelos que podem ser resolvidos ou simulados (Wing, 2016; Brackmann, 2017; Rocha; Basso; Notare, 2020; Gomes Rocha, 2023).

Já a decomposição é o processo de dividir um problema grande em partes menores e mais manejáveis (Wing, 2016; Brackmann, 2017; Rocha; Basso; Notare, 2020; Gomes Rocha, 2023). Brackmann esclarece que “quando um problema não está decomposto, sua resolução é muito mais difícil. Ao lidar com muitos estágios diferentes ao mesmo tempo, torna-se mais difícil sua gestão” (Brackmann, 2017, p. 36).

O reconhecimento de padrões é uma habilidade essencial no pensamento computacional pois a partir da decomposição de um problema complexo, segmentam-se em problemas menores, o que permite vislumbrar-se daquilo que é comum, estando diretamente associado à generalização. (Wing, 2016; Brackmann, 2017; Rocha; Basso; Notare, 2020; Gomes Rocha, 2023).

Por fim, temos os algoritmos que são conjuntos de instruções que resolvem um problema passo a passo (Wing, 2016; Brackmann, 2017; Rocha; Basso; Notare, 2020; Gomes Rocha, 2023). Papert (1985, 2008) destaca que a aprendizagem por meio de algoritmos tem um papel relevante para a criança, pois estas irão aprender a partir de experiências.

Todos esses elementos podem ser trabalhados e exercitados a partir da utilização de drones. Do ponto de vista da abstração permite que os alunos ignorem as complexidades eletrônicas para se concentrarem nas variáveis cruciais de um problema matemático, ângulo, distância, altura, transformando o voo em coordenadas cartesianas, o que pode ser explorado

de forma a maximizar o entendimento a respeito desses conteúdos agregados a percepção de contexto real. De mesmo modo, a decomposição é exercitada, ao permitir ao discente que a partir de uma problemática busque por soluções de um simples voo, que é planejado e executado em partes menores. Isto vale para o reconhecimento de padrões e também para a construção de algoritmo, sendo possível a partir das observações de tarefas repetitivas que envolvam decolar, mover-se para frente, girar, pousar, materializar os conceitos tanto matemáticos como físicos, e aos mesmo tempo em que permite ao aluno compreender o papel de uma função e sua relação com esses dois pilares.

O PC, portanto, constitui um eixo estruturante para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que integram programação e manipulação de artefatos físicos, como robôs e drones. Essa intersecção não apenas permite uma reflexão sobre a potencialidade de ser explorado mas também alinha-se à ideia de Papert ao discutir o papel da linguagem de programação LOGO e da tartaruga robótica. Na seção seguinte, discutiremos a Robótica Educacional a fim de alinharmos estes pressupostos teóricos.

2.4 Robótica Educacional

Antes de discutirmos a robótica dentro do ensino, é preciso entender qual seu campo de ação e o que ela é em si, uma vez que ela não está limitada apenas ao contexto educacional. De acordo com Gomes *et al.* (2010, p. 212), “a robótica é uma área de pesquisa que visa ao desenvolvimento de robôs que venham a auxiliar o homem em tarefas complexas e/ ou repetitivas”. Já os robôs são definidos por Matarić (2014, p. 19) como “[...] um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos”. Já dentro do contexto educacional, pode ser apresentada sob diferentes denominações, como robótica pedagógica, robótica educativa ou robótica educacional (Barbosa e Silva; Blikstein, 2020; Yepes, 2020; Yepes; Barone, 2018b), todas convergindo para a ideia de que a robótica, ao adentrar no espaço escolar, assume função formativa e integradora, articulando saberes da matemática, da física, da computação e da engenharia.

Segundo Mendes da Silva, Barbora da Silva e Leão (2022):

A robótica é uma ciência relativamente nova, mas está em expansão e por isso é considerada uma área interdisciplinar que, engloba conceitos da Física, como mecânica e eletricidade, da Matemática, da Computação principalmente, por isso seu campo de atuação se multiplica com rapidez (Mendes Da Silva; Barbosa Da Silva; Leão, 2022, p. 17).

Neste contexto de crescimento e integração da robótica em diferentes áreas, o campo

educacional também se beneficia de sua aplicação prática. Matarić destaca que “trabalhar com robôs proporciona uma educação experimental e prática, fato que a maioria das pessoas que tentam lidar com isso acha muito interessante e motivador” (2014, p. 345). Muito antes, Papert enquanto desenvolvia sua teoria construcionista “[...] defendia o uso do computador nas escolas como um recurso que atraía as crianças” (Gomes *et al.*, 2010, p. 206).

Além disso, nesse momento de nossa história “as crianças já nascem e crescem em contato com essas inovações tecnológicas, por isso, conseguem, com maior facilidade, aprender a fazer uso das tecnologias em situações novas” (Souza; Castro, 2022, p. 56).

Nesse contexto, a Educação Matemática atrelada ao uso das Tecnologias Digitais em sala de aula pode favorecer a inclusão e a cidadania, assim como pode ajudar a superar currículos obsoletos, ligados a metodologias tradicionais que separam o conhecimento matemático da realidade dos estudantes. (Souza; Castro, 2022, p. 56)

Essa expansão e diversidade de aplicação tornam a robótica um recurso pedagógico promissor também no contexto educacional, uma vez que seu potencial para estimular os alunos é cada vez mais reconhecido, além de ser reconhecida pelo seu papel dentro do desenvolvimento do pensamento computacional. Yepes e Barone (2018b) destacam ainda que a robótica educacional (RE) tem a capacidade de estimular o interesse por carreiras científicas.

A relevância da RE é extensa pois trata-se de uma tecnologia adaptativa, “[...] admitindo diversas formas de utilização conforme os objetivos e perspectivas, valorizando-se positivamente, principalmente por permitir a alunos e professores que modifiquem seu conteúdo, adaptando-o às suas reais necessidades” (Yepes; Barone, 2018b, p. 10).

Dantas (2020, p. 45) acredita que “a robótica como ferramenta de ensino é uma maneira de levar dinamicamente a tecnologia a um público que hoje em dia é bombardeado diariamente por todo tipo de informação [...]”. Além disso, outras pesquisas corroboram essa perspectiva, como destaca Santos, ao enfatizar os impactos positivos da RE:

[...] a Robótica Educacional se apresenta como uma ferramenta tecnológica que atrai o interesse e abre um amplo leque de possibilidades no processo de ensino-aprendizagem. Ela fomenta o desenvolvimento completo do aluno, com atividades dinâmicas, promovendo a construção cultural e contribuindo para que o aluno seja independente e responsável por suas decisões (Santos, 2020, p. 27).

É uma oportunidade de rompimento com o modelo tradicional e de abertura de novas possibilidades para a experimentação dos alunos, ou no mínimo uma forma de melhorar os métodos convencionais de ensino. É importante que o uso de recursos distintos ao tradicionalmente utilizados, inclusive as TD, sejam privilegiados, de modo a permitir aos alunos uma aprendizagem de conteúdos de matemática e física, destacando a Robótica

Educacional como um meio para este fim (Andrade; Ramalho, 2024; Moreira, 2021; Souza; Castro, 2022).

Souza e Castro destacam que:

[...] repensar novas propostas pedagógicas para o ensino da Matemática é essencial. Neste contexto de transformações, uma possível solução pode ser a exploração da Robótica Educacional. Vivemos em uma sociedade em constante transformação tecnológica e o uso da Robótica já é uma realidade. Os robôs, literalmente, saíram da ficção científica e estão cada vez mais presentes em nossas vidas (2022, p. 57).

Corroborando com Souza e Castro (2022) Mendes da Silva, Barbosa da Silva e Leão (2022) acrescentam que:

A robótica é uma ciência relativamente nova, mas está em expansão e por isso é considerada uma área interdisciplinar que, engloba conceitos da Física, como mecânica e eletricidade, da Matemática, da Computação principalmente, por isso seu campo de atuação se multiplica com rapidez (2022, p. 17).

Além disso, Malec (2001) classifica a RE em duas perspectivas distintas, porém não excludentes entre si: a robótica na educação e a robótica para educação. Na primeira perspectiva, o autor esclarece que a robótica é a finalidade, ou seja, são ensinados conceitos de engenharia e ciências com finalidade de ensinar noções e teorias inerentes à robótica em si. Já na segunda perspectiva [robótica para educação] a robótica é utilizada como meio para ensinar outros conteúdos. Neste caso, a robótica não é a finalidade, mas os conteúdos das disciplinas em que ela é inserida (Yepes, 2020). Esta última visão, acaba sendo mais adequada ao contexto do uso dos drones a que se propõe esta pesquisa, uma vez que alinha-se às ideias de recurso pedagógico.

No Brasil, as primeiras pesquisas sobre a utilização dos computadores na educação, utilizando o ambiente LOGO, ocorreram a partir de 1976 na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e 1979 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), evidenciando não ser um fenômeno novo (Santos; Silva, 2020).

Nesse período, a Robótica Educacional era definida por Papert como cibernética ou cibernética para crianças. Papert, não só desenvolveu uma linguagem de programação, mas também criou o ambiente LOGO e a tartaruga robótica, “[...] cujo objetivo foi fazer com que as crianças se apropriassem à sua própria maneira e partiu da experiência que o próprio Papert tivera com as engrenagens (objetos físicos) que serviram como instrumentos para sua aprendizagem matemática” (Santos; Silva, 2020, p. 349).

Com a evolução dessas tecnologias ao longo das décadas, a RE passou a desempenhar um papel central na transformação pedagógica. Neste conjuntura, a evolução tecnológica tem desempenhado um papel crucial na transformação das estruturas econômicas e sociais,

impactando de maneira significativa diversos campos da ação humana, especialmente a educação. Entre as inovações tecnológicas em destaque, os drones surgem como uma extensão da robótica educacional, oferecendo novas possibilidades no ensino de várias disciplinas. Suzuki destaca que:

O avanço da ciência e da tecnologia, incluindo áreas como a robótica, tem levado os educadores a reavaliar suas práticas pedagógicas, estimulando a adoção de novos modelos de ensino. Com a expansão do uso de drones, estudos de drones de vários pontos de vista têm sido ativamente conduzidos em todo o mundo. Em particular, drones se tornaram um dos principais tópicos de pesquisa no campo da robótica como robôs voadores. (Suzuki, 2018, p. 1008, tradução nossa).

Várias pesquisas (Sapía; Ribaski, 2018; Yepes; Barone, 2018a, 2018b; Barata; Matos, 2019; Zardo; Reis; Webber, 2021; Ventura *et al.*, 2022; Gomes Rocha, 2023; Nascimento, 2022a, 2025) destacam ainda que a robótica educacional tem o poder de estimular o interesse e a vocação científica dos aprendizes de modo que estes possam desenvolver uma visão mais atraente e dinâmica no que se refere à ciência e a tecnologia. Nesse contexto da robótica educacional, os drones, têm grande relevância didática devido à sua versatilidade, uma vez que estão presentes desde as áreas de segurança até a agricultura, mais recentemente.

Sua aplicação pedagógica, contudo, ainda está em fase inicial e ainda representa para muitos professores e pesquisadores uma interrogação face ao pouco material disponível a respeito e ao grande número de terminologias e siglas que acabam fazendo parte desse contexto. Necessita ainda ser reconhecido como recurso pedagógico dentro do contexto da Robótica Educacional, principalmente no que diz respeito a suas possibilidades e limitações. Como qualquer recurso a ser utilizado, ainda necessita de compreensão. A seguir exploraremos com mais detalhes alguns desses pontos de modo facilitar a compreensão a respeito.

2.5 Drones: fundamentos e potencialidades pedagógicas

O termo “drone” que usualmente é aplicado para definir aeronaves que são remotamente pilotadas vem do inglês zangão e é atribuído em função do barulho característico que se assemelha ao de um inseto. Esse termo, além de não representar corretamente o que são esses objetos, ainda acabam tendo significados distintos dependendo do país (Brasil, 2023a; EASA, 2024). Esses equipamentos robóticos possuem a característica de voar ou navegar de forma autônoma ou não, podendo ser controlados via rádiocontrole ou pré-programados (Yepes; Barone, 2018b, 2018a; Suzuki, 2018; Yepes, 2020; Issar, 2024).

Na legislação internacional, termos como *Unmanned Aircraft (UA)*, *Unmanned Aircraft Systems (UAS)*, *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*, *Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)*, *Remotely Piloted Aircraft (RPA)*, *RPV (Remotely-Piloted Vehicles)* a depender do país podem ser empregadas dentro do contexto dos drones de forma a caracterizá-los, ou até mesmo delimitar uma área específica a respeito do assunto (Brasil, 2023e; EASA, 2024; CAA, 2025).

Inserido neste contexto de definições e regulamentações, o drone é uma inovação que tem impactado não apenas aspectos sociais do trabalho, incluindo papéis profissionais, habilidades e relações entre empregadores, empregados e clientes, mas também economias locais e globais. Ainda há, uma forte relação entre os drones e sua origem militar, contudo, esforços em todo o mundo tem trabalhado para a adequação desse equipamento para o uso civil, inserindo outros termos para defini-los, tais como RPA ou RPV e UAV (Issar, 2024).

No Brasil, essas definições também são utilizadas, e a partir da atualização das normas que tratam do assunto, que ocorreu em 2023, definiu-se que RPA, ou em português Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), é utilizado para definir um drone de uso comercial, enquanto o termo aeromodelo é usado para definir os casos de utilização de uma aeronave de fins recreativos, ou seja, não comercial (Agência Nacional da Aviação Civil - ANAC, 2017; Brasil, 2023b, 2023d, 2023a). Observa-se que não é o equipamento em si que define sua denominação correta, mas o uso a que se pretende com ele. Outro termo popularmente difundido no Brasil, mas com recomendação de desuso dentro da comunidade internacional é o termo UAV, que em português é Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) (Brasil, 2023a).

Embora a legislação brasileira utilize o termo técnico Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) para uso comercial e Aeromodelo para fins recreativos, e reconhecendo a imprecisão do termo popular 'drone,' esta dissertação opta por empregá-lo na forma aportuguesada para referir-se à categoria de artefatos robóticos aéreos educacionais utilizados na formação.

Essa escolha visa manter a conexão com a literatura acadêmica internacional e com a nomenclatura adotada no ambiente escolar, desde que se mantenha o rigor nas implicações legais e de segurança. Esta opção também se justifica pela necessidade de dialogar com a classificação adotada pelos órgãos reguladores federais, como Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), Departamento de Controle de Espaço Aéreo (Decea), Ministério da Defesa e Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), e pela variedade de termos existente para este tipo de equipamento.

Sua história, destaca-se a partir do século 19, durante a Primeira Guerra Mundial, estando relacionada ao uso em contexto militar, sendo as aeronaves Fairy Queen e a De Havilland Queen Bee as precursoras dos drones no mundo. Elas eram utilizadas como aeronaves alvo para treinamento militar, nos anos de 1920 e 1930 respectivamente (Dekoulis, 2018). Esta tecnologia, apesar de amplamente difundida pelo mundo no contexto militar, só ganhou expressividade no mercado civil a partir das últimas décadas (Moura, 2024). No Brasil, o registro que se tem a respeito da produção de drone se dá a partir de 1982 com a Companhia Brasileira de Tratores (CBT), porém tendo seu projeto encerrado antes do primeiro voo (Moura, 2024).

Dentre as diversas características inerentes aos drones, uma das principais diz respeito à sua plataforma, que está diretamente relacionada à sua arquitetura, podendo ser de asas fixas, asas rotativas, dirigíveis, ornitópteros, entre outros (Brasil, 2023b; Mehmet Tuğrul, 2023). Isto demonstra a complexidade inerente ao termo drone, quando não observados os propósitos e o contexto a que se pretende utilizar. A Figura 1 ilustra os modelos mais comumente utilizados e que são mais facilmente encontrados.

Figura 1 - Modelos de drones: a) Asa Fixa; b) Asa Rotativa



Fonte: O Autor (2025)¹

Enquanto os drones de asa fixa são sustentados no ar por meio das asas, a partir da propulsão dos rotores, similar às aeronaves convencionais, possuindo a característica de

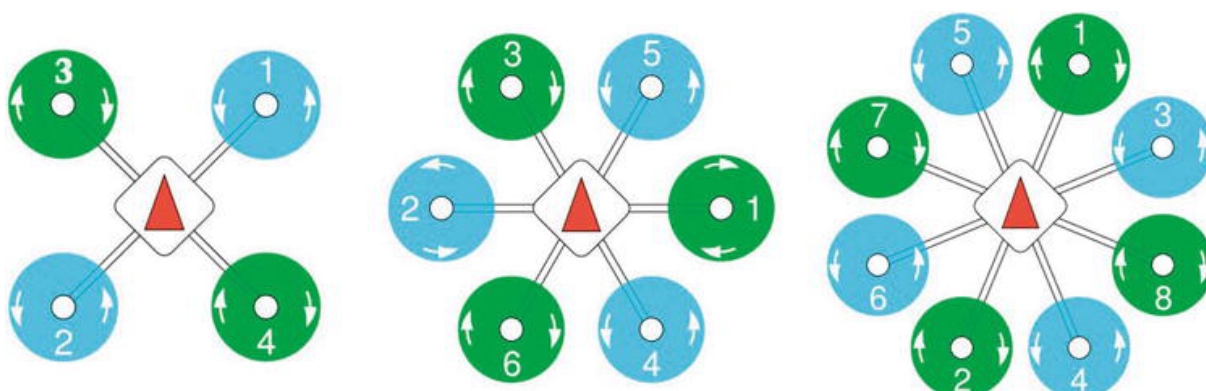
¹ Imagem gerada pela IA Manus (<https://manus.im>)

mover-se apenas para frente. Já os drones de asa rotativa são sustentados pelo movimento angular produzidos pelo giro das hélices podendo decolar e pousar verticalmente, até parar no ar (Kotarski; Kasać, 2018; Mehmet Tuğrul, 2023).

Tratando-se dos drones de asa fixa, uma outra característica peculiar são os arranjos dos rotores, podendo ser compostos de um ou mais, organizados de forma de arranjo de propulsão simples (convencional) ou ainda na forma de arranjo de propulsão coaxial. Nas Figuras 2 e 3 são ilustradas algumas das variações desses arranjos e apresenta uma outra peculiaridade, a qual refere-se ao sentido de rotação de cada motor. Para manter o voo, é necessário que haja a anulação entre as forças que são produzidas em função do momento dos rotores, evitando assim o colapso em função da força de rotação (Kotarski; Kasać, 2018).

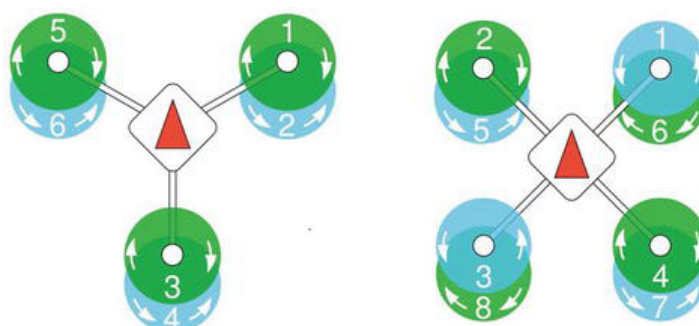
Além disso, conforme o número de rotores, podem-se atribuir diferentes nomes para cada drone, tais como: quadricoptero, hexacopectero, octocopteros, entre outros nomes (Rahman *et al.*, 2024).

Figura 2 - Arranjos de propulsão simples ou convencional



Fonte: Kotarsk e Kasać (2018 p. 50).

Figura 3 - Arranjos de propulsão coaxial



Fonte: Kotarsk e Kasać (2018, p. 51).

Dentre as diversas características, a plataforma de asa rotativa (multirrotores) é a mais relevante para o contexto pedagógico. Ela permite o voo vertical e o controle preciso de

altitude e posição, o que é crucial para a modelagem de conceitos. No contexto de programação, a aeronave se traduz em um conjunto de parâmetros programáveis, como vetores de deslocamento (X, Y, Z), ângulo de guinada e velocidade. Estes parâmetros são a interface entre o ensino de Matemática e a Física, e o drone, exigindo do aluno a conversão de um problema físico (ex: um movimento parabólico) em uma sequência de comandos algorítmicos.

Ademais, perante a legislação um drone é considerado uma aeronave, e por esse motivo, seu operador é um piloto. Isto faz com que as normas e regras da aviação civil devam ser observadas e respeitadas por quem o pilota (Brasil, 2024), o que implica em um aprofundamento sobre o assunto que não será tratado nesta pesquisa. Para mais informações a respeito das classificações, tipificações, qualificações e regras de voo com drones, seja ele para uso comercial ou recreativo, recomenda-se a leitura das normas brasileiras sobre o assunto e do e-Book “Dando Hélices a Imaginação: O uso de drones como recurso pedagógico” que foi produzido como material para a formação continuada, *locus* desta pesquisa e encontra-se disponível no endereço <https://forms.gle/wUWMeAXXB7p9bWdd6>.

Diante do exposto, para compreender a inserção dos drones no contexto escolar, é necessário situá-los no campo dos recursos pedagógicos clarificando o seu significado para este trabalho. De modo geral, recursos pedagógicos são instrumentos ou estratégias utilizadas pelo professor com a intenção de favorecer a aprendizagem. Eles atuam como mediadores entre o conteúdo e o estudante, contribuindo para tornar os conceitos mais acessíveis, concretos e significativos no processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, é importante compreender que, “[...] recurso pedagógico é muito mais que a materialidade do recurso em si.” (Nonato; Sales; Cavalcante, 2021, p. 19). Refere-se a um conceito mais amplo, envolvendo não apenas os elementos tangíveis, mas também aqueles que são de natureza abstrata. Estão relacionados às estratégias de ensino e aos meios didáticos que o professor utiliza para estimular a construção do conhecimento (Mizukami, 1992; Nonato; Sales; Cavalcante, 2021). Libâneo (2017) traz que esses recursos são parte integrante da prática docente e devem ser utilizados de forma crítica e planejada, considerando o contexto, os objetivos educacionais e as características dos estudantes.

Nesta mesma linha, Eiterer e Medeiros afirmam que recurso pedagógico “[...] é o que auxilia a aprendizagem, de quaisquer conteúdos, intermediando os processos de ensino-aprendizagem intencionalmente organizados por educadores na escola ou fora dela”

(2010, par. 3). Corroborando com este entendimento Nonato, Sales e Cavalcante explicam que:

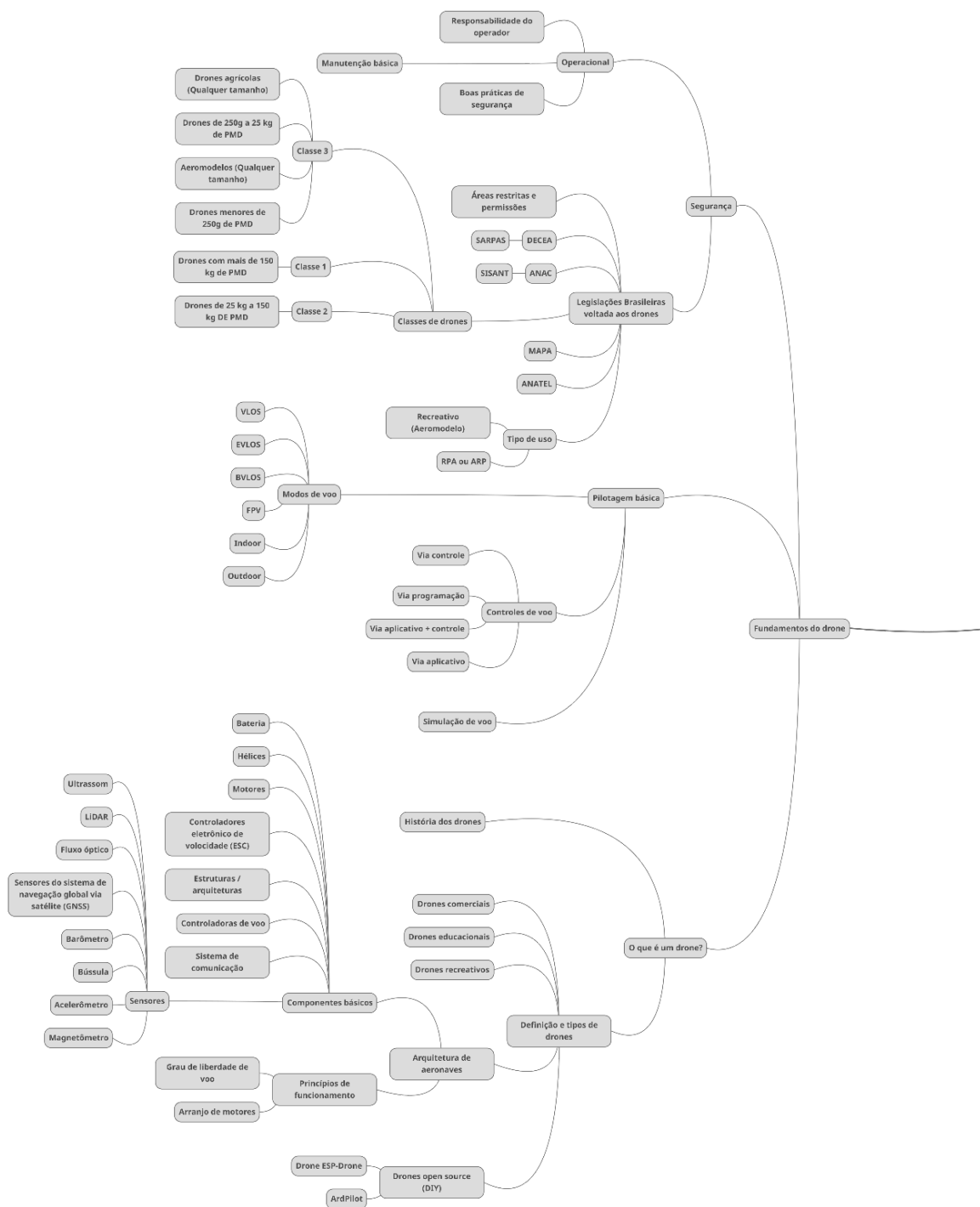
[...] pode-se compreender recurso pedagógico como materiais, instrumentos ou soluções utilizados como meios ou facilitadores para o alcance de objetivos educacionais no contexto formativo; é aquele recurso que auxilia diretamente no processo ensino-aprendizagem” (2021, p. 19).

Desta forma, com a ampliação do uso das Tecnologias Digitais (TD) na educação, especialmente no campo da Robótica Educacional (RE) ou Robótica Pedagógica (RP), surgem novas possibilidades de recursos pedagógicos. Os drones, enquanto dispositivos robóticos, têm potencial para desempenhar esse papel, pois permitem trabalhar conceitos abstratos de forma concreta e dinâmica, além de envolver os estudantes em atividades práticas, interativas e contextualizadas.

Deste modo, ao serem utilizados em sala de aula, os drones proporcionam oportunidades de aprendizado por meio da experimentação e da resolução de problemas reais. O potencial pedagógico dos drones reside em sua capacidade de materializar conceitos que são, por natureza, tridimensionais e dependentes da aceleração da gravidade, como Geometria Espacial (cálculo de volumes e distâncias em 3D), Trigonometria (cálculo de alturas por ângulos) e, principalmente, Cinemática e Dinâmica (Leis de Newton). O voo permite a experimentação empírica da força, onde o aluno vê e corrige o desvio da trajetória, estabelecendo a conexão imediata entre o código, a física e o resultado real. Essa tridimensionalidade é o fator distintivo que tenciona o aprendizado para além da simulação plana. Ao mesmo tempo, promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como pensamento computacional e raciocínio lógico, integrando diferentes áreas do conhecimento (Yepes, 2020; Zardo; Reis; Webber, 2021; Nascimento, 2025).

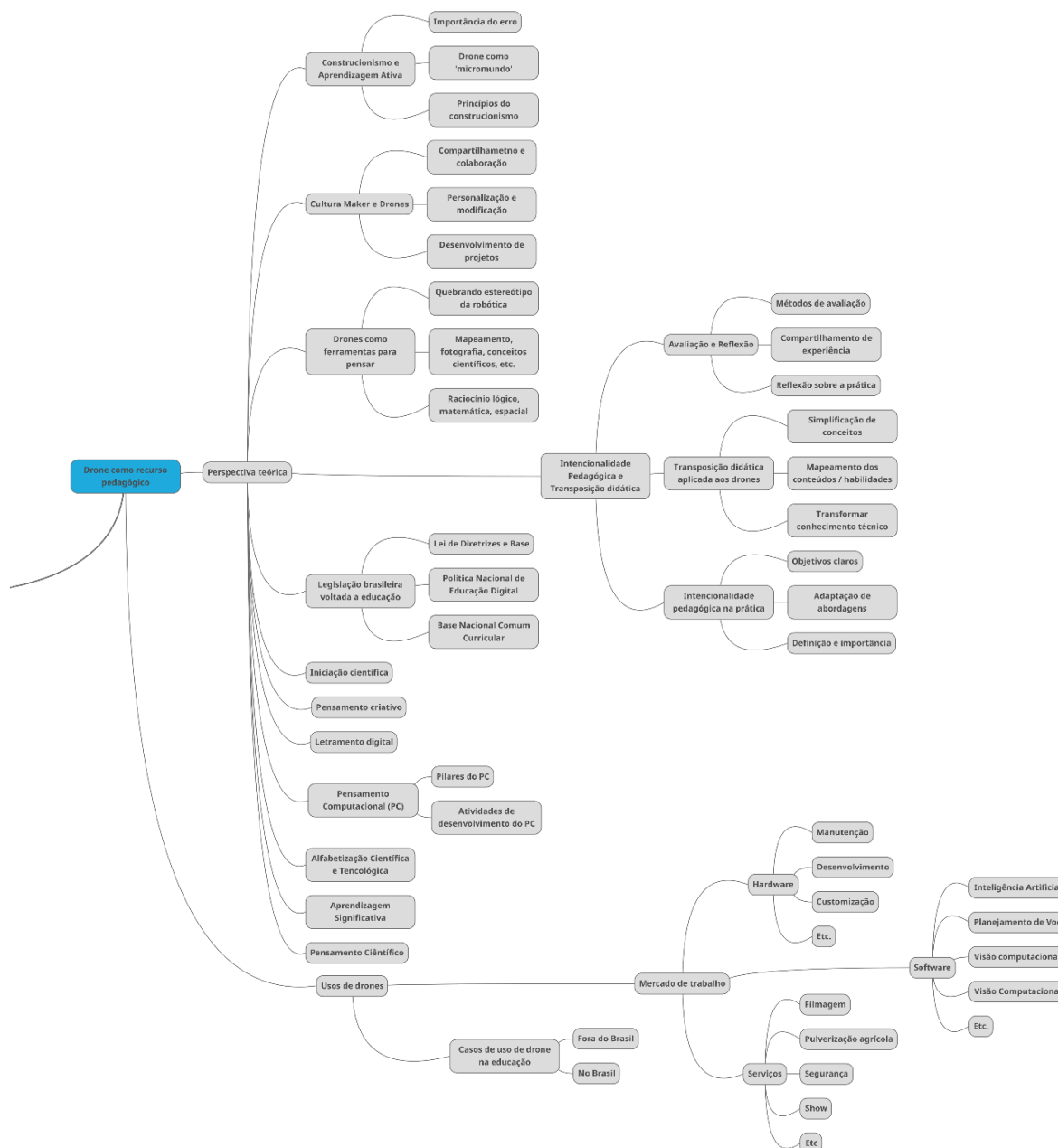
Neste processo, o drone funciona como recurso pedagógico ideal para o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC), conforme delineado na Seção 2.3. A necessidade de criar sequências de voo traduz o problema em algoritmos e exige a decomposição de um movimento complexo em passos lógicos. As falhas tornam-se oportunidades que obriga o aluno à rever seu código, auxiliando para o aprendizado prático e reflexivo, em alinhamento com a perspectiva construcionista de Papert.

Figura 4 - Drone como recurso pedagógico (continua)



Fonte: Garcez, Silva e Da Silva (2025, p. 59–60)

Figura 4 - Drone como recurso pedagógico (continuação)



Fonte: Garcez, Silva e Da Silva (Garcez; Silva; da Silva, 2025, p. 59–60)

O mapa mental “Drone como recurso pedagógico”, apresentado na Figura 4, não é uma mera ilustração conceitual, mas o arcabouço teórico-metodológico que subsidiou a formação continuada. Ele representa o plano de análise da pesquisa, unindo as dimensões técnica, legal, pedagógica e interdisciplinar do uso dos drones. Em vez de uma síntese, ele

representa ao mesmo tempo o caminho metodológico e os conhecimentos necessários que guiaram a formação docente, permitindo aos professores situar o drone não só como tecnologia, mas como mediador de conceitos de Matemática e Física, e as habilidades do Pensamento Computacional enquanto recurso pedagógico inserido na Robótica Educacional.

No contexto desta pesquisa, o mapa não se limita a ilustrar relações conceituais, mas funciona como um roteiro, que auxilia professores e pesquisadores a compreenderem a complexa rede de interações entre tecnologia, ensino e o conhecimento.

De modo geral, o mapa mental sintetiza o percurso conceitual da presente pesquisa, apresentando três eixos centrais: 1) perspectiva teórica, relacionados aos fundamentos conceituais necessário para que o drone seja reconhecido para recurso pedagógico e como suas possibilidades de uso podem ser exploradas; 2) fundamentos do drone, de caráter mais técnico e operacional, estando vinculado às normativas brasileiras e à segurança de voo, à pilotagem e operacionalização do equipamento e à aspectos físicos dos drones; e 3) usos de drones, com o objetivo de trazer o percurso teórico sobre mercado de trabalho, nos três grandes pilares (hardware, software e serviços).

Além de sua função representacional, o mapa mental cumpre um papel epistemológico, pois traduz graficamente a concepção de que o conhecimento se organiza de forma relacional e em rede, coerente com a natureza das tecnologias digitais e com a abordagem construcionista de Papert (1985). Assim, o mapa torna visível a integração entre os diferentes saberes mobilizados nesta investigação, servindo como recurso formativo e síntese visual da proposta pedagógica.

Dessa forma, o mapa mental não deve ser compreendido apenas como uma ilustração, mas como produto educacional e síntese dos achados desta pesquisa, ao expressar visualmente a articulação entre teoria, tecnologia e ensino, e ao representar o ponto de convergência entre os fundamentos teóricos e a prática formativa desenvolvida com os professores participantes.

3 DRONE NO CONTEXTO DO ENSINO NA LITERATURA ATUAL

O uso de drones como recurso educacional tem ganhado destaque na literatura internacional, especialmente em investigações que exploram seu potencial para apoiar aprendizagens em Matemática, Física, Geografia, Computação e projetos STEM/STEAM. Esses estudos evidenciam que os drones ampliam possibilidades de visualização espacial, experimentação, modelagem, resolução de problemas e integração entre programação e conceitos científicos, configurando-se como dispositivos capazes de aproximar teoria e prática em diferentes níveis de ensino. No entanto, tais iniciativas ainda são distribuídas de forma desigual entre países e áreas do conhecimento, revelando um campo emergente, em consolidação e com múltiplas abordagens pedagógicas.

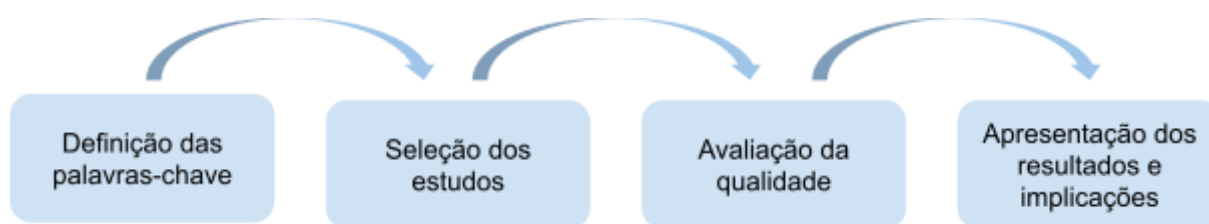
No cenário brasileiro, embora existam esforços recentes, a produção ainda é limitada e fragmentada, sobretudo no que diz respeito à utilização de drones no ensino de Matemática e Física e à formação de professores para esse fim. Diante desse contexto, este capítulo apresenta uma revisão da literatura atual sobre o uso de drones no ensino, destacando tendências, contextos, níveis de ensino, abordagens pedagógicas e desafios apontados pelas pesquisas analisadas. Tal mapeamento fundamenta o desenvolvimento da formação continuada descrita no capítulo seguinte e evidencia a relevância de compreender como essa tecnologia pode ser integrada aos processos educativos.

3.1 Critérios de seleção e sistematização dos dados

Neste ponto, buscou-se na literatura um aprofundamento como o objetivo de encontrar nas pesquisas atuais trabalhos que tratam do drone dentro do contexto educacional e que abordam este dispositivo robótico como recurso pedagógico. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o intuito de mapear as pesquisas existentes e obter uma visão geral do que está sendo produzido sobre o tema.

À luz das ideias Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015), traçamos o método de busca e seleção dos trabalhos, seguindo os seguintes passos: definição das palavras-chave de busca; seleção dos estudos; avaliação da qualidade; e apresentação dos resultados e implicações.

Figura 5 - Etapas da Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: O Autor (2025), adaptado de Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Nesta etapa, demonstrado na Figura 5, buscamos identificar o que foi produzido, onde e quando foi produzido, de modo a dar base a conceitualização dos drones, além de identificar os países que têm mais se destacado em termos de produção científica sobre o tema e em que períodos essas pesquisas foram realizadas.

O primeiro passo foi a definição das fontes de pesquisa: Portal de Periódicos e no Catálogo de Teses e Dissertações, ambos da CAPES. A partir daí, definiram-se as palavras-chave para busca: ‘drone’, ‘RPA’, ‘remotely piloted aircraft’, ‘remotely piloted vehicles’, ‘UAS’, ‘unmanned aircraft system’, ‘unmanned aerial system’, ‘unmanned aerial vehicle’, ‘drone e education’, ‘drone e teaching’, ‘UAS e teaching e Unmanned’, ‘RPA e education e remotely’, ‘RPA e teaching e remotely’, ‘drone e pedagógi*’, ‘drone’, ‘drone AND educação’, ‘drone AND educação’, ‘drone AND ensino’, ‘drone AND ensino’, ‘VANT’, ‘VANT AND educação’ e ‘VANT AND ensino’.

No Portal de Periódico da CAPES, foram aplicados os filtros: Revisado por pares, Idioma Português, Inglês e Espanhol, e Acesso aberto, sem qualquer filtro temporal. As buscas ocorreram de 26 de setembro de 2025 a 01 de outubro de 2025.

Essa busca já havia sido executada em 28 de setembro de 2024, ainda durante a fase de projeto com as palavras-chave: ‘drone’, ‘education’ e ‘teaching’, ‘student’, ‘educação’, ‘ensino’ e ‘aluno’, com recorte temporal para a Base de Periódicos da CAPES com filtro de ano posterior a 2020. Esta busca inicial foi a base para construção do e-book e também para expansão dos entendimentos acerca do drone enquanto recurso pedagógico. A opção por refazer a busca e alterar as palavras-chaves, deu-se após o ganho de consciência sobre a diversidade de definições referente aos equipamentos tidos como drone.

No Quadro 1, são descritas as combinações das palavras-chaves e os critérios aplicados em cada uma das bases consultadas na busca ocorrida no período de 26/09 a 01/10.

Quadro 1 - Detalhamento dos passos da RSL.

Periódico CAPES						
Passo	Data da Busca	Fonte de Busca	String	Crítérios de Seleção	Resultados	Observação

Primeira fase						
1	26/09/2025	Periódico CAPES	drone	Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha	34.979	
2	26/09/2025	Periódico CAPES	RPA		16.846	O termo RPA retornou resultados diversos ao objetivo da pesquisa (ex.: Replication Protein A; Relay Protection and Automation; Randon-Phase Approximation, etc)
3	26/09/2025	Periódico CAPES	remotely piloted aircraft		1.113	
4	26/09/2025	Periódico CAPES	remotely piloted vehicles		530	
5	26/09/2025	Periódico CAPES	UAS		9.975	O termo UAS retornou resultados diversos ao objetivo da pesquisa (ex.: Ureteral Access Sheath; Urban Agglomerations; Autonomous Unmanned Aerial, etc.)
6	26/09/2025	Periódico CAPES	unmanned aircraft system		6.850	
7	26/09/2025	Periódico CAPES	unmanned aerial system		30.532	
8	26/09/2025	Periódico CAPES	unmanned aerial vehicle		44.847	
Segunda Fase						
9	26/09/2025	Periódico CAPES	drone e education	Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha	1.615	
10				Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha, com acesso aberto, após 2018, revisado por pares, em português, espanhol ou inglês	594	Todos os trabalhos foram analisados
Terceira Fase						
11	30/09/2025	Periódico CAPES	drone e teaching	Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha, com acesso aberto, após 2018, revisado por pares, em português, espanhol ou inglês	86	Todos os trabalhos foram analisados
Quarta Fase						
12	30/09/2025	Periódico CAPES	UAS e teaching e Unmanned	Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha, com acesso aberto, após 2018, revisado por pares, em português, espanhol ou inglês	2	Todos os trabalhos foram analisados
Quinta Fase						
13	30/09/2025	Periódico CAPES	RPA e education e remotely	Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha, com acesso aberto, após 2018, revisado por pares, em português, espanhol ou inglês	3	Todos os trabalhos foram analisados
Sexta Fase						

14	30/09/2025	Periódico CAPES	RPA e teaching e remotely		0	Não retornou nenhum registro
Sétima Fase						
15	30/09/2025	Periódico CAPES	Drone e pedagógi*	Escopo da Busca: Buscar tudo em qualquer campo que contenha, com acesso aberto, após 2018, revisado por pares, em português, espanhol ou inglês	35	Todos os trabalhos foram analisados
Oitava Fase						
16	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	drone	Não foram aplicados filtros	590	
17	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	drone AND educação	Não foram aplicados filtros	31	Face ao quantitativo, todos os registros foram avaliados antes de serem inseridos na lista
18	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	drone AND educação	Não foram aplicados filtros	4	Todos foram selecionados após leitura dos resumos
Nona Fase						
19	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	drone AND ensino	Não foram aplicados filtros	17	Face ao quantitativo, todos os registros foram avaliados antes de serem inseridos na lista
20	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	drone AND ensino	Não foram aplicados filtros	6	Todos foram selecionados após leitura dos resumos
Décima Fase						
21	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	VANT	Não foram aplicados filtros	814	
22	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	VANT AND educação	Não foram aplicados filtros	48	Nenhum trabalho foi considerado relevante
23	01/10/2025	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	VANT AND ensino	Não foram aplicados filtros	28	Nenhum trabalho foi considerado relevante

Fonte: O Autor (2024)

Ao todo foram executadas dez fases de buscas combinando os termos conforme apresentado no Quadro 1 com o objetivo de evitar que trabalhos importantes ficassem de fora da seleção, o que resultou em em 23 passos, os quais retornaram 730 arquivos que foram selecionados para análise.

Como procedimento auxiliar, todos os registros foram organizados no aplicativo Zotero². As informações advindas do Portal de Periódicos da CAPES foram exportadas no formato BibTex e posteriormente importadas no Zotero. Já as informações provenientes do Banco de Teses e Dissertações da CAPES foram lançadas manualmente. O uso deste aplicativo permitiu de forma automatizada verificar duplicidade, além de facilitar a organização e classificação inicial. Do total selecionado [730], 76 estavam duplicados, restando um total de 658 arquivos para serem avaliados, aplicando-se os critérios de exclusão demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de exclusão e classificação dos trabalhos

Exclusão	Classificação dos Trabalhos
<p>Não discute drone no ensino</p> <p>Revisão Sistemática da Literatura e afins</p> <p>Editoriais, prefácios, resumos, entrevistas, notícias, posters e outros</p> <p>Não foca Drone</p> <p>Link não abriu ou com acesso restrito</p>	<p>Tipo de Trabalho (Tese, Dissertação, Artigo)</p> <p>Ano da Publicação</p> <p>Autor(es)</p> <p>País da Pesquisa</p> <p>Nível de Ensino</p> <p>Curso / Série / Público</p> <p>Disciplina</p> <p>Conteúdo Ensinado/ Abordado</p> <p>Tipo de Drone utilizado / Tecnologia</p>

Fonte: O Autor (2024)

Após esta fase, restaram 61 documentos (trabalhos/pesquisas), sendo que 7 tratam de revisão sistemática ou afins, que perfazem um total de 54 trabalhos que tratam de intervenções, aplicações ou propostas concretas de uso de drones na educação, Apêndice A.

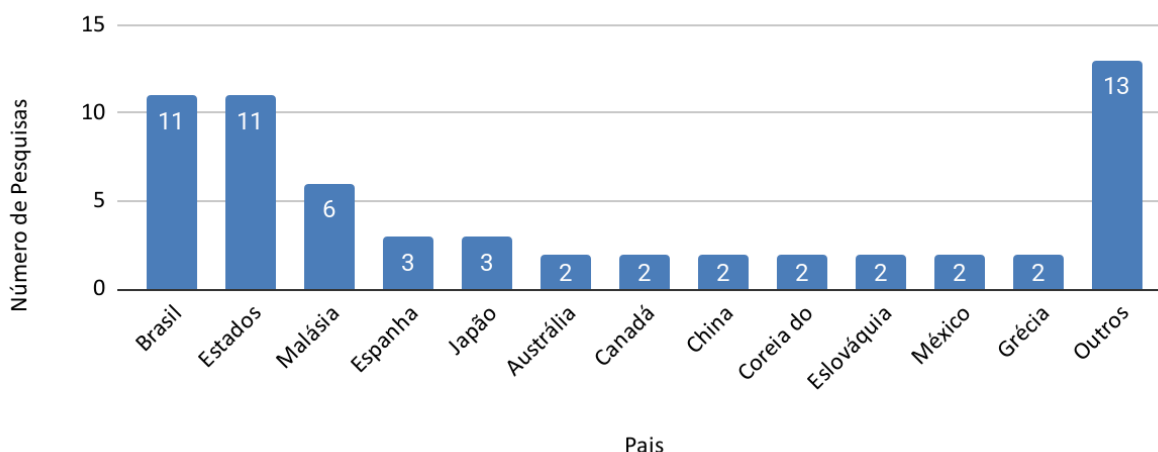
3.2 Análise e interpretação dos dados

Do ponto de vista geográfico, a produção está concentrada em poucos países. Os dados mostram que Brasil e Estados Unidos aparecem cada um com 11 trabalhos, seguidos por Malásia com 6 estudos, conforme apresentado na Figura 6. Em seguida surgem contribuições de países como Japão, Espanha, Austrália, Canadá, China, Coreia do Sul, México, Alemanha, Croácia, Eslováquia, Grécia, Israel, Singapura, Tailândia, Indonésia, Uruguai e Polônia, além de algumas pesquisas desenvolvidas em contextos multinacionais (por exemplo, estudos

² Zotero é um software livre para gestão de referenciais bibliográficos.

envolvendo simultaneamente Austrália, Turquia e Suécia ou combinações entre Coreia do Sul, Irlanda, China e Taiwan). Essa distribuição evidencia que a discussão sobre drones na educação não está restrita a um único contexto nacional, mas também não se apresenta como um campo amplamente consolidado: poucos países concentram a maior parte dos estudos, enquanto a maioria dos demais aparece com uma ou duas publicações.

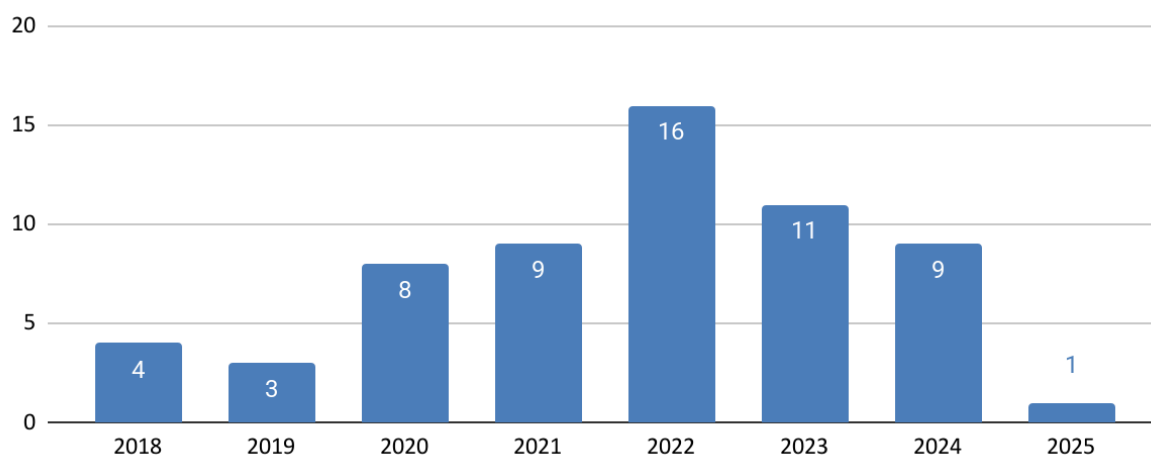
Figura 6 - Distribuição das pesquisas por país



Fonte: O Autor (2025).

Outro ponto interessante, mostrado na Figura 6, é que Brasil, Estados Unidos e Malásia possuem o maior número de trabalhos publicados. Porém, ao analisar o número de trabalho publicado, em relação aos autores participantes, observou-se que no Brasil, Yepes com outros autores, publicaram 2 artigos e uma tese (Yepes; Barone, 2018a; Yepes, 2020; Yepes; Barone; Porciuncula, 2022), e Faria (Faria, 2021), publicou um artigo e uma dissertação evidenciando a mesma pesquisa referente a essas publicações. A mesma realidade é vista nos Estados Unidos, onde Abichandani (Lobo *et al.*, 2021; Abichandani *et al.*, 2023, 2024) publicou dois artigos como autor principal e participou de um terceiro artigo. Assim, no Brasil dos 11 trabalhos, 3 são de uma pesquisa e 2 de outra investigação. Nos Estados Unidos, dos 11 trabalhos, três estavam diretamente relacionados à mesma pesquisa, compartilhando ao menos 2 autores comuns. O mesmo ocorreu com a Malásia, onde das 6 pesquisas encontradas, 2 referiam-se à mesma linha de pesquisa, enquanto outras duas abordavam uma segunda pesquisa.

Figura 7 - Distribuição das pesquisas por ano



Fonte: O Autor (2025).

Em relação à distribuição temporal, os resultados reforçam o caráter recente do tema. Na Figura 7, vemos que os trabalhos analisados estão concentrados no período entre 2018 e 2025, com um crescimento mais acentuado a partir de 2020. A contagem por ano mostra que 2022 reúne 16 estudos, seguido de 2023 com 11, 2021 e 2024 com 9 trabalhos cada, e 2020 com 8 produções. Anos anteriores apresentam menor incidência (quatro estudos em 2018 e três em 2019), enquanto 2025 surge com apenas um registro até o momento. Esse recorte temporal indica que a inserção de drones na educação está diretamente relacionada à consolidação de novas tecnologias de baixo custo, à popularização de minidrones educacionais e à intensificação de propostas didáticas alinhadas à educação STEM/STEAM e ao pensamento computacional.

No que diz respeito ao nível de ensino, os dados evidenciam uma forte presença de pesquisas no Ensino Superior, sobretudo em cursos de Engenharia, Geociências, Ciências da Terra, Tecnologia e áreas correlatas. Diversas obras mencionam explicitamente disciplinas de graduação e, em alguns casos, também de pós-graduação, envolvendo projetos, laboratórios, disciplinas de competências e atividades de pesquisa aplicada. Ao lado desse bloco, há um conjunto significativo de estudos na educação básica, com foco sobretudo em Ensino Médio e Ensino Fundamental II, muitas vezes caracterizados como “middle school”, “secondary school”, “high school” ou “K-12”. Também aparecem trabalhos que articulam múltiplos níveis (por exemplo, envolvendo simultaneamente estudantes do ensino fundamental, médio e superior, ou combinando educação básica com formação docente).

Essa diversidade aponta para duas tendências: a) de um lado, os drones são incorporados como recurso em contextos de formação técnica e universitária, em que

estudantes já possuem alguma familiaridade com conteúdos de física, matemática aplicada, programação ou geotecnologias; b) de outro, há um movimento de inserção em contextos escolares da educação básica, seja em aulas de ciências, projetos interdisciplinares, educação ambiental ou iniciativas de robótica educacional e clubes de STEM/STEAM.

Referente aos contextos de uso descritos, há registros de drones empregados em aulas de Física, sobretudo em atividades relacionadas à cinemática e às Leis de Newton, como nos estudos de Borges (2022), Monteiro *et al.* (2022) e Zardo, Reis e Webber (2021). Também se destacam diversas propostas de Geografia e Geociências, com foco em topografia, cartografia, fotogrametria e análise de relevo, presentes em autores como Joyce, Meiklejohn e Mead (2020), Halaszén e Gomes (2022), Moura (2023), Peace e Jess (2022), Yiu Yeung, Sun e Ho Yeung (2025), Lu, Dawod e Ying (2023), Mathews, DeChano-Cook e Bloom (2023), McKee e Hashemi-Beni (2020), e Maloney *et al.* (Maloney *et al.*, 2023).

Outros estudos situam o uso de drones em disciplinas de projeto e competências em cursos de Engenharia, como os de Rábago e Portuguese-Castro (2023), Mathews, DeChano-Cook e Bloom (2023), McKee e Hashemi-Beni (2020), Maloney *et al.* (2023), Bhuyan *et al.* (2020), Phang *et al.* (2021), e Pusppanathan *et al.* (2022). Há ainda trabalhos voltados à educação ambiental, como os desenvolvidos por Lisník e Parczewski (2022), Silva, Araújo e Rebouças (2018), Faria (2021), e Ito, Kajiyama e Takahashi (2020).

A literatura também registra usos em jornalismo esportivo, como nos estudos de Lu, Dawod e Ying (2023) e de Hebbel-Seeger e Horky (2018), bem como experiências em simulações de saúde pública, como no trabalho de Nguyen *et al.* (2024). Há ainda iniciativas desenvolvidas em metaverso, realidade virtual e laboratórios remotos, como em Faria e Gonzalez (2022), Makransky, Wismer e Mayer (2018), Schlosser, Aumell e Kilkenny (2023), Lu, Dawod e Ying (2023), Bolick, Mikhailova, Post (2022), Yun *et al.* (2024).

Um número expressivo de trabalhos, ao menos treze, se apresenta explicitamente como propostas de educação STEM, articulando ciência, tecnologia, engenharia e matemática em atividades investigativas mediadas por drones. Entre esses estudos, destacam-se as contribuições de Yepes, Barone e Porciuncula (2022), Voštinár, Horváthová e Klimová (2018), Pergantis e Drigas (2024), Yepes (2018b), Ventura *et al.* (2022), Nguyen *et al.* (2024), Yiu Yeung, Sun e Ho Yeung (2025), Slater (2024), Abichandani *et al.* (2023), Zakaria, Rozali e Mustafa (2023), Yun *et al.* (2024), e Jemali *et al.* (2022).

Em relação ao público, a RSL mostra que esses estudos envolvem uma gama variada de participantes: estudantes do ensino médio, alunos do ensino fundamental, estudantes de

graduação em diferentes áreas (Engenharia, Geociências, Arquitetura, Ciências da Computação, entre outras) e, em alguns casos, professores em formação inicial ou continuada. Também aparecem experiências em escolas de contexto específico, como Islamic Boarding Schools, instituições rurais e escolas públicas urbanas, bem como projetos com comunidades diversas de estudantes de *middle* e *high school*, especialmente em iniciativas voltadas à promoção de equidade e inclusão em cursos de ciência e tecnologia.

No que se refere às tecnologias utilizadas, os dados da RSL evidenciam três grandes grupos:

- a) Minidrones educacionais de pequeno porte, como Parrot Mambo, Ryze Tello, Airblock e outros minidrones programáveis, frequentemente associados a ambientes de programação em blocos, aplicativos móveis ou plataformas proprietárias. Esses equipamentos são predominantes nas propostas para educação básica e em atividades introdutórias de programação e robótica;
- b) UAVs e multirrotores de maior porte, muitas vezes utilizados em contextos de fotogrametria, mapeamento, geotecnologias e monitoramento ambiental, com destaque para drones quadricópteros equipados com câmeras, como algumas versões da linha DJI Phantom e outras aeronaves remotamente pilotadas utilizadas em cursos de Engenharia, Arquitetura e Geociências;
- c) Ambientes híbridos e tecnologias associadas, em que os drones aparecem articulados a simuladores, laboratórios virtuais, realidade virtual, metaverso educacional ou ferramentas de visão computacional, permitindo que o foco recaia tanto sobre o controle do equipamento quanto sobre a análise de dados, a modelagem de fenômenos e a experimentação em ambientes digitais.

Estes resultados, evidenciam que as pesquisas sobre o uso de drones como recurso pedagógico ainda são incipientes, representando um vasto campo de pesquisa. Yepes e Barone afirmam que “a aplicação dos drones como ferramenta de cunho pedagógico é uma área praticamente inexplorada” (2018b, p. 10). Bolick, Mikhailova e Post (2022) corrobora com esta ideia, mas alertam que os avanços recentes, como o barateamento dos drone e sua massificação, estão pressionando o sistema educacional a incorporar essa tecnologia, principalmente nas áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (STEM).

Pergantis e Drigas (2024), destacam que, para que a utilização dos drones no ensino seja bem-sucedida, uma série de fatores devem ser observados, sendo crucial que os educadores estejam adequadamente preparados para o uso dessa tecnologia, reforçando a

ideia de que de uma formação pedagógica.

Essa evolução tecnológica, exemplificada pelos drones, não é um fenômeno isolado, mas parte de um movimento mais amplo de incorporação de tecnologias no dia a dia e, em particular, no campo educacional. Seymour Papert, pioneiro no uso de computadores no ensino, vislumbrava, ainda na década de 1980, o impacto que tecnologias como os drones teriam na aprendizagem. Papert acreditava que essas tecnologias poderiam ajudar as crianças a pensarem por si mesmas, abrindo caminho para formas mais ativas e criativas de adquirir conhecimento (Dantas, 2019).

À medida que a sociedade se transforma, as demandas por novas habilidades, como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade, tornam-se cada vez mais urgentes. Tecnologias como os drones, quando integradas ao processo educacional, oferecem oportunidades inovadoras de aprendizagem que estão alinhadas às exigências do século XXI (Auler; Santos; Cericatto, 2016).

A análise dos dados revela que os drones são mais do que meros dispositivos tecnológicos; eles representam uma ferramenta pedagógica e de pesquisa multifacetada, capaz de transformar o processo de ensino e aprendizagem, e impulsionar a inovação em diversas áreas do conhecimento. O crescimento contínuo de sua aplicação, a diversidade de contextos e públicos, e a sofisticação das tecnologias empregadas apontam para um futuro promissor, onde os drones desempenharão um papel cada vez mais central na formação de novas gerações e no avanço da pesquisa acadêmica. A compreensão dessas tendências é crucial para o desenvolvimento de currículos inovadores e para a maximização do potencial educacional e científico dos drones e apropriação enquanto robótica educacional.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Os aspectos metodológicos de uma pesquisa mostram o caminho científico percorrido, tendo como premissas a pergunta norteadora até as conclusões ou considerações finais provenientes dos resultados obtidos, de modo que qualquer pessoa possa compreender e, se desejar, reproduzir o mesmo estudo. De modo simplista, pode-se dizer que é o passo a passo ou o mapa percorrido pelo pesquisador durante todo seu estudo sobre determinado tema. Nesta seção, apresentamos todo o percurso metodológico da pesquisa.

4.1 Tipo e abordagem da pesquisa

A presente investigação é de natureza aplicada e adota uma abordagem qualitativa, de objetivo exploratório, estruturada segundo os pressupostos da pesquisa-formação. Tal escolha fundamenta-se na intenção de compreender e transformar práticas pedagógicas relacionadas ao uso de drones como recurso pedagógico no ensino de Matemática e Física em contexto de formação docente.

A pesquisa aplicada, conforme Cervo (2006) e Mascarenhas (2012), busca oferecer respostas a problemas concretos da realidade e contribuir com soluções de caráter prático. Nesta perspectiva, o estudo visa à produção de conhecimento que possa ser imediatamente incorporado ao cotidiano educacional, o que se alinha ao caráter interventivo da pesquisa-formação. Cervo (2006, p. 72) esclarece que “[...] na pesquisa aplicada, o investigador é movido pela necessidade de contribuir para fins práticos mais ou menos imediatos, buscando soluções para problemas concretos”.

A abordagem qualitativa é adequada a esse propósito, pois permite uma compreensão mais profunda e contextualizada do fenômeno em estudo. Como destaca Bogdan e Biklen (1994, p. 16), “a investigação qualitativa em educação assume muitas formas e é conduzida em múltiplos contextos”. Prodanov e Freitas (2013, p. 70) reforçam que tal abordagem reconhece “[...] um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”. Assim, o foco não recai sobre mensurações, mas sobre a interpretação dos significados atribuídos pelos professores às suas práticas.

O caráter qualitativo desta pesquisa também se justifica pelo papel ativo do pesquisador na interpretação dos dados e na integração com o contexto investigado. Como bem destacam Bogdan e Biklen (1994, p. 287), esse tipo de abordagem “[...] requer que os investigadores desenvolvam empatia para com as pessoas que fazem parte do estudo [...] de

compreender o mundo dos sujeitos e determinar como e com que critério eles o julgam”. Essa compreensão é essencial quando o objetivo envolve processos formativos, reflexão docente e produção coletiva de saberes.

Como metodologia, adota-se a pesquisa-formação, uma vertente da pesquisa qualitativa que articula produção de conhecimento e formação docente em um mesmo movimento. Conforme Martins e Carvalho (2021, p. 2224), essa modalidade “[...] objetiva criar condições de conhecimento e transformação da prática pedagógica por meio da reflexão crítica”. Nesta concepção Santo, Carvalho e Pimentel (2016, p. 24) enfatizam que, “A pesquisa-formação é uma metodologia de pesquisa em que o docente-pesquisador pesquisa a sua prática como docente, não separando o ato educativo do ato de pesquisar”.

A pesquisa-formação aproxima-se da pesquisa colaborativa, por pressupor um trabalho conjunto entre universidade e escola. Desgagné (2007, p. 372, tradução nossa) explica que esse tipo de investigação “[...] pressupõe a contribuição dos profissionais docentes no processo de investigação de um objeto de pesquisa, processo na maioria das vezes supervisionado por um ou mais pesquisadores universitários”. Entretanto, diferentemente da pesquisa colaborativa estrita, a pesquisa-formação prioriza a dimensão formativa da experiência, em que a reflexão crítica se torna parte constitutiva da análise e do corpus investigativo.

Autores como Longarezi e Silva (2013) e Alvarado Prada e Longarezi (2013) reforçam que a pesquisa-formação representa uma superação das formas tradicionais de pesquisa e formação docente, por possibilitar a participação efetiva dos professores na concepção e realização das atividades investigativas, bem como pela flexibilidade em relação ao conteúdo estudado. Nesta direção, o estudo reconhece que o conhecimento emerge das interações, das reflexões e das experiências vividas no processo formativo.

Ao adotar essa metodologia, o trabalho consolida uma perspectiva em que formar, pesquisar e transformar constituem dimensões indissociáveis. Essa escolha mostra-se particularmente pertinente em um campo ainda emergente, como o caso do uso de drones como recurso pedagógico, que exige flexibilidade investigativa e abertura à construção coletiva de novos referenciais teóricos e práticos.

4.2 Contexto e metodologia da formação

A investigação foi desenvolvida no âmbito de uma formação continuada realizada na Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Campus Dep. Estadual Renê Barbours, em

Barra do Bugres, no Laboratório de Simulação e Manufatura Digital (LSMD), vinculado ao Centro Tecnológico de Mato Grosso (CTMAT). O público-alvo compreendeu professores de Matemática e de Física da educação básica (rede pública e privada) das três esferas administrativas (municipal, estadual e federal) que ensinam matemática ou física, e acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática, no contexto de um curso de extensão institucionalizado junto à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEC), sob o título “Dando Hélices a Imaginação: o uso de Drones no Ensino de Matemática e Física”, conforme parecer nº 495/2025-PROEC (Anexo A). A formação foi executada entre 16 de junho a 16 de agosto de 2025, totalizando 40 horas, estando autorizada conforme parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) nº 7.076.637 (Anexo B), emitido em 13 de setembro de 2024, o qual homologou o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice B).

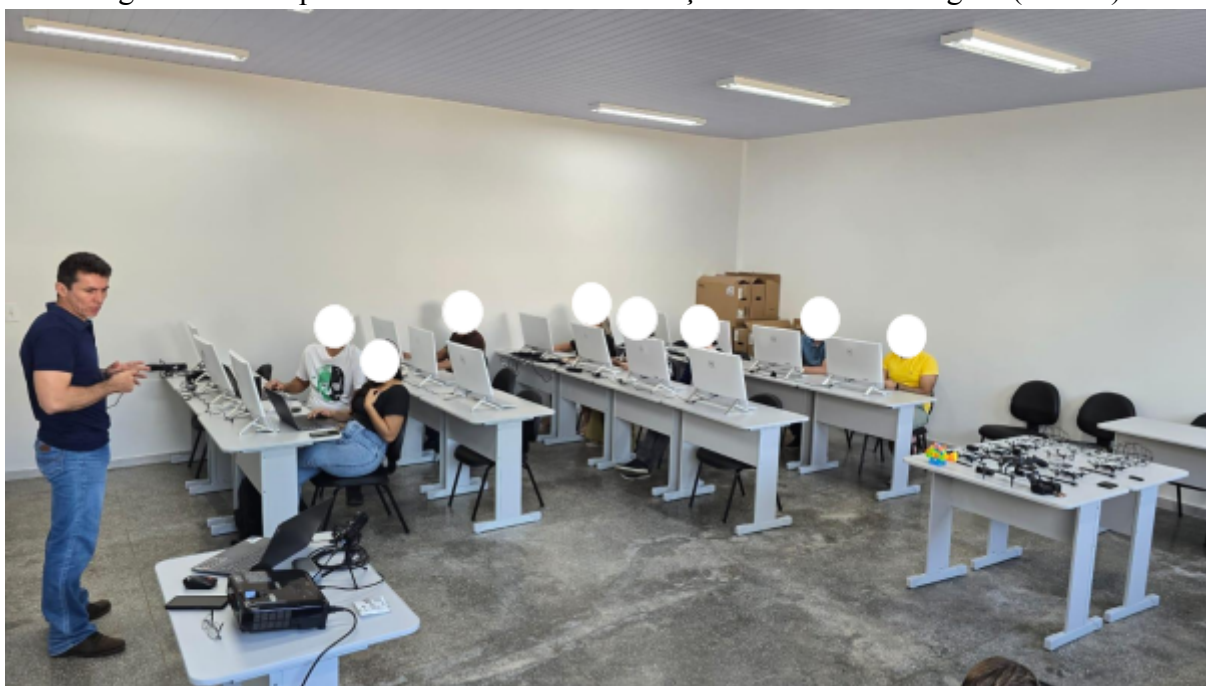
O Projeto integra as ações do Grupo de Pesquisa de Estudos em Bases de Dados, Ensino e Software (eBDES), por meio do projeto “Tecnologias Digitais em Setores Estratégicos (TecDiSE), cujo objetivo é investigar as possibilidades e desafios em torno da introdução de tecnologias digitais, com foco em análise de dados e inovação, em setores tecnológicos estratégicos como ensino, governo, empreendedorismo e agronegócio, considerando seus conceitos e aspectos metodológicos. Inicialmente, a formação destinava-se a professores da rede pública estadual de Barra do Bugres, que lecionavam Matemática e Física nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Entretanto, diante da baixa adesão inicial, o público foi ampliado para incluir docentes das redes privada e municipal e licenciandos do curso de Matemática. Essa ampliação contribuiu para diversificar o grupo, promovendo a troca de experiências entre professores em exercício e futuros docentes, o que enriqueceu o processo formativo.

A escolha do Laboratório LSMD (Figura 8) como local de realização foi estratégico, pois o espaço reúne infraestrutura tecnológica adequada para o trabalho com drones e simuladores de voo. Esse ambiente favoreceu tanto a experimentação prática quanto a reflexão teórica, possibilitando que a formação se constituísse simultaneamente em espaço de aprendizagem e de investigação, coerente com os princípios da pesquisa-formação, em que o conhecimento emerge da ação e da reflexão coletiva.

A formação ofertou 40 (quarenta) vagas, sendo 30 (trinta) destinadas a docentes e 10 (dez) para acadêmicos. Ao todo, houveram 27 (vinte e sete) inscritos, sendo que apenas 8 (oito) concluíram com um mínimo de 75% (setenta e cinco por cento) de participação. E

desses 8, apenas 7 responderam o questionário final, disponível no último encontro presencial.

Figura 8 - Vista parcial Laboratório de Simulação e Manufatura Digital (LSMD)



Fonte: O autor (2025)

De forma positiva, o grupo que permaneceu e respondeu o questionário apresentou-se bem diverso, representando uma boa amostra para análise das informações, conforme demonstrado no Quadro 3:

Quadro 3 - Características do público da pesquisa que respondeu o questionário.

Formação e nível de qualificação	Série/ano que leciona	Disciplina que leciona	Tipo de escola que trabalha	Código do participante
Licenciada em Ciências da Natureza-Habilitação Física	Ensino Médio	Física	Pública Estadual	P1
Mestrado	8, 9 Ensino Fundamental e 3 Ensino Médio	Matemática	Pública Estadual	P2
Mestre em Física, Licenciado em Matemática.	9 Ano Ensino Fundamental II e todos os anos do Ensino Médio	Física e Matemática	Privada Urbana	P3
Licenciado Em Pedagogia e Filosofia	Ensino Fundamental I	Todos os Componentes Do Fundamental I	Urbana Municipal	P4

Mestre em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias	5º Ano Do Ensino Fundamental	Matemática, Ciências	Pública Federal Urbana	P5
Licenciatura Em Matemática	Nenhum	Nenhum	Nenhum	P6
Licenciatura em Matemática e Especialização em Matemática Financeira e Estatística	8º e 9º Ano Do Ensino Fundamental	Matemática	Escola Estadual	P7

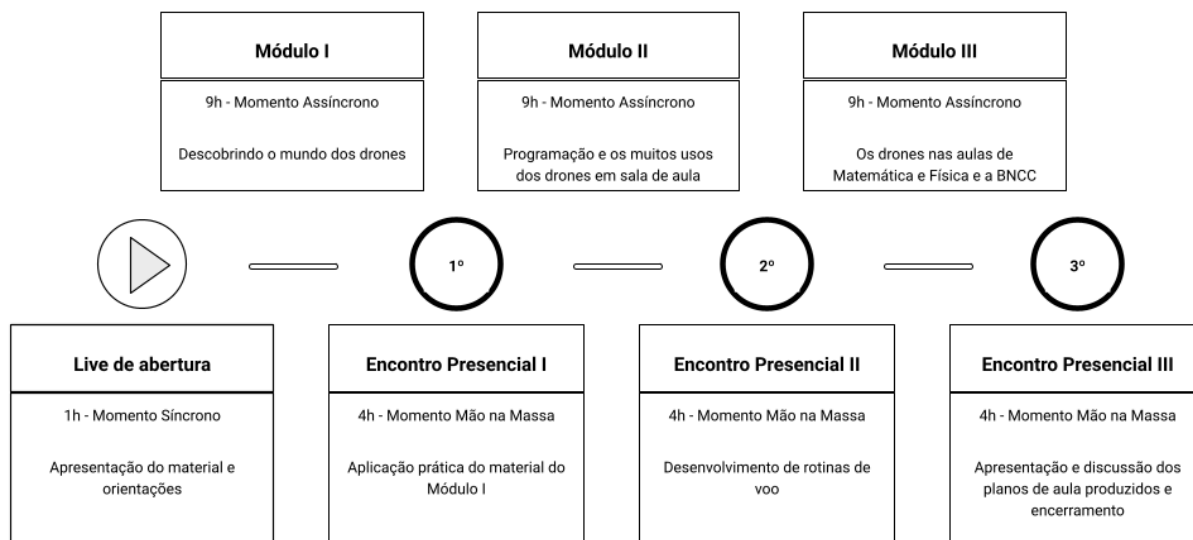
Fonte: O Autor (2025).

Dos que participaram, cinco atuam na rede pública, um na rede privada, além de um discente do curso de Licenciatura em Matemática. Entre os docentes em exercício, um leciona matemática e física, quatro lecionam somente matemática e um leciona somente física. Houve também a participação de um professor das séries iniciais do ensino fundamental. O critério de seleção baseou-se na adesão voluntária, mediante inscrição e aceite dos termos do TCLE. Essa composição heterogênea permitiu confrontar perspectivas de professores experientes e em formação inicial, fortalecendo a dimensão colaborativa e reflexiva da pesquisa-formação.

A organização pedagógica da formação baseou-se na metodologia do ensino híbrido associado à sala de aula invertida. O Ensino Híbrido (*blended learning*), trata-se de uma modalidade que combina a aprendizagem presencial com atividades on-line, proporcionando uma experiência de ensino mais flexível e adaptada às necessidades individuais dos participantes. Nesta metodologia, os estudantes revezam entre momentos de estudos individuais e autônomos, com atividades colaborativas em sala de aula, tendo o professor como suporte (Valente, 2014; Bacich; Moran, 2018; Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2021). Já a metodologia de sala de aula invertida (*flipped classroom*), os conteúdos são disponibilizados previamente para serem estudados antes de frequentar a sala de aula, o que traz uma dinâmica mais prática para os encontros presenciais, uma vez que permite que os alunos acessem o material em momentos oportunos à sua realidade, de modo assíncrono, por meio de plataformas digitais, restando para os encontros presenciais um espaço para aprofundamento dos conceitos, esclarecimento de dúvidas e para atividades práticas (Valente, 2014; Bergmann; Sams, 2015).

A formação foi estruturada em sete etapas interdependentes conforme demonstrado na Figura 9 e detalhada conforme plano de ensino da formação (Apêndice C).

Figura 9 - Organização da formação



Fonte: O Autor (2025).

Sua estrutura pedagógica foi organizada, utilizando duas terminologias: Módulo para definição das etapas online a serem cumpridas pelos participantes individualmente; e Encontro Presencial ou simplesmente Encontro como definição para as aulas presenciais. Com uma carga horária de 40 horas, ficou dividida em um momento síncrono, três momentos assíncronos e três encontros presenciais. Previamente ocorreu um momento síncrono, online, denominado Live de Abertura com duração de uma hora para apresentações e orientações aos participantes. Na sequência iniciou-se às atividades disponíveis dentro dos módulos. Cada um destes módulos ficou disponível pelo período mínimo de duas semanas, perfazendo o total de 9 horas computadas por módulos, seguidos pelo encontro presencial com duração de 4 horas, ocorrendo aos sábados, das 8 horas até as 12 horas.

Como ambiente virtual, optou-se pelo Google Classroom (Google Sala de Aula) por estar disponível nas contas de e-mail institucional disponibilizado para alunos, técnicos e professores da Universidade e também por facilitar o acesso para aqueles que possuem conta de e-mail fornecida pela empresa Google, vinculado a maioria dos usuários de celulares que utilizam sistema operacional Androides.

Durante as etapas assíncronas, os participantes acessaram vídeos, textos e atividades reflexivas sobre temas como legislação sobre drones, princípios de voo e potencialidades pedagógicas. Os professores em formação foram incentivados a produzirem planos de aulas que utilizassem os drones como recurso pedagógico. Nos encontros presenciais, as discussões e práticas foram direcionadas à experimentação de drones, simulação de trajetórias e apresentação dos planos de aulas construídos durante os módulos assíncronos.

Esta abordagem, trouxe à formação, um modo mais aplicado e “mão na massa”, uma vez que o tempo destinado aos encontros presenciais serve para os momentos práticos utilizando drones como recurso pedagógico. Esta estratégia foi adotada, considerando a rotina de trabalho e também para que os professores em formação não acabassem desistindo face ao volume de informações apresentada em cada módulo.

Ademais, a escolha por esse formato pedagógico e metodológico responde diretamente à questão norteadora da pesquisa, uma vez que cria condições para observar como os professores se apropriam do drone como recurso pedagógico e como constroem sentidos sobre seu uso didático. Neste contexto, os encontros presenciais e a produção individual de cada professor, configuram-se como momentos simultâneos de formação e de produção de dados, permitindo que as interações, reflexões e práticas dos participantes constituíssem o corpus empírico para análise.

4.3 Elaboração do e-book como material formativo

A elaboração do e-book “Dando Hélices à Imaginação: O uso de drones como recurso pedagógico” integrou o percurso metodológico desta investigação por responder a uma limitação identificada ainda na fase inicial de estudos: a inexistência de materiais introdutórios, em língua portuguesa, que tratassem de forma articulada os aspectos técnicos, legais e pedagógicos envolvidos na utilização de drones no ensino de Matemática e Física. Tal ausência restringia a apropriação dessa tecnologia pelos professores e dificultava o avanço das ações formativas previstas. Dessa forma, tornou-se necessário desenvolver um material que pudesse servir simultaneamente como referência conceitual e como apoio didático ao longo da formação continuada.

A construção do e-book foi orientada pelos pressupostos da pesquisa-formação (Nóvoa, 1992; Josso, 2004; Macedo *et al.*, 2012; Santos, 2012) que compreende a produção de saberes como processo intrinsecamente ligado à prática docente e à reflexão crítica sobre ela. Sob essa perspectiva, o e-book assumiu o papel de mediador entre os conhecimentos necessários ao uso pedagógico do drone e as experiências vivenciadas pelos cursistas, funcionando como elemento articulador entre teoria, prática e materialidade.

O processo de elaboração iniciou-se com um levantamento sistemático de estudos que discutiam drones em contextos educacionais. Trabalhos como os de Yepes (2020), Yepes e Barone (2018a, 2018b), Yepes, Barone e Porciuncula (2022) e Ventura *et al.* (2022) constituíram o núcleo inicial do referencial. A partir deles, foram sendo identificados novos

estudos, manuais técnicos, livros e documentos institucionais, totalizando 49 fontes que subsidiaram a escrita do material. Essa diversidade de referências permitiu contemplar dimensões operacionais, legais e pedagógicas que, em geral, aparecem dispersas na literatura.

A primeira organização do e-book baseou-se em três eixos: legislação, constituição física dos equipamentos e possibilidades pedagógicas. Posteriormente, essa estrutura passou por um refinamento fundamentado no modelo proposto por Carnahan, Crowley e Zieger (2016), que evidenciam quatro pilares para orientar o uso educativo de drones: segurança, operação, aprendizagem ativa e pesquisa. A incorporação desses pilares possibilitou consolidar um caminho formativo que articula as exigências normativas com práticas educativas que favorecem investigação, experimentação e análise crítica.

O material foi dividido em cinco partes complementares:

1. uma introdução ao universo dos drones, com foco no surgimento, disseminação social e deslocamento desses dispositivos do campo militar para aplicações civis e educacionais (Slater, 2024; Wang; Mutzner; Blanchet, 2025);
2. uma seção dedicada aos aspectos legais, reunindo informações sobre classificações, requisitos regulatórios, modos de operação e cuidados necessários ao ambiente escolar (Brasil, 2023a, 2023b, 2023e, 2024);
3. um bloco destinado aos elementos físicos e tecnológicos, no qual se apresentam componentes, sistemas e funcionalidades do drone, favorecendo a compreensão de seu funcionamento e das possíveis falhas (Kotarski; Kasać, 2018; McGriffy, 2017; Mehmet Tuğrul, 2023);
4. uma seção sobre critérios de escolha e uso educacional, que discute diferentes possibilidades de incorporação dos drones a práticas pedagógicas, incluindo exemplos de atividades e planos de aula;
5. considerações finais, com apontamentos para continuidade da formação e ampliação das experiências com o equipamento.

Além de reunir informações essenciais, o e-book foi concebido como instrumento para apoiar a superação de barreiras recorrentemente mencionadas na literatura, como insegurança técnica, desconhecimento da legislação e receio associado ao manuseio do equipamento. A disponibilização do material em meio digital, acessível mediante cadastro no link <https://forms.gle/voeM4z3BE7cZvVqA6>, buscou ampliar o acesso, permitindo que os cursistas consultassem os conteúdos de forma autônoma durante todo o processo formativo.

A produção do e-book também auxiliou a compreensão dos drones como uma materialidade emergente que reorganiza modos de ensinar e aprender ao integrar movimento, espaço, linguagem e tecnologias digitais (Freire, 1970; Josso, 2004; Santos, 2012). Nesse sentido, sua função extrapolou a mera transmissão de informações, constituindo-se como peça central de uma formação que pretendia tensionar práticas tradicionais e fomentar abordagens investigativas e colaborativas no ensino de Matemática e Física.

No contexto da formação continuada, o e-book atuou como referência estruturante para estudos individuais, discussões coletivas e elaboração de planos de aula, auxiliando os professores na tomada de decisões sobre seleção, uso e adaptação dos drones em situações reais de ensino. As contribuições e críticas dos participantes permitiram aperfeiçoar o material, reafirmando seu caráter processual e a sua função dentro do movimento formativo proposto por esta pesquisa.

4.4 Conteúdo da formação

Toda organização da formação, levou em consideração a necessidade de explanar 4 aspectos inerentes ao contexto da utilização de drones em sala de aula: segurança; operação; aprendizado ativo; e pesquisa. Assim, para atingir esta finalidade, foi necessário que cada módulo apresentasse conteúdos que auxiliasse ou completasse cada um desses aspectos. No Apêndice C consta o plano do ensino da formação com todos os detalhes e conteúdos que foram utilizados de modo a melhor ilustrar a dinâmica e a execução da formação.

Como primeiro passo, foi realizado um mapeamento de trabalhos acadêmicos e científicos sobre o uso do drone no contexto educacional, além de identificar quais conteúdos de matemática e física foram ensinados a partir dele. Para atingir esse objetivo utilizou-se da Revisão Sistemática da Literatura, sobre os preceitos de Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015). Esse mapeamento forneceu uma base inicial sobre a aplicabilidade pedagógica dos drones, a qual foi complementada por um levantamento sobre as legislações, os tipos de drones e suas aplicações, realizado por meio de uma Pesquisa Bibliográfica, servindo também de base para elaboração do e-book de material que apoia a formação.

A análise das regulamentações foi essencial para entender as limitações e oportunidades de uso dos drones em ambientes educacionais, além de subsidiar o desenvolvimento de materiais pedagógicos adequados.

Como estratégia, foi produzido um e-book, descrito na seção 4.3, com o objetivo de sistematizar e organizar todos os conteúdos referentes aos aspectos mencionados

anteriormente. Desenvolvido a partir dos pressupostos da pesquisa-formação, o e-book não tem foco específico para ensino de matemática e física, porém foi organizado de modo a permitir que o leitor pense a respeito do uso de drone no contexto educacional em si, não possuindo receitas prontas, mas conceitos e reflexões que permitam o professor/pesquisador desenvolver suas próprias estratégias. Deste modo, o material amolda-se à formação, servindo de um guia amplo que foi sendo desvendado em cada módulo.

Para fins de realização das aulas práticas, ao todo foram adquiridos 7 drones, sendo 5 drones Tello, 1 drone ESP Drone e 1 drone V196, estes dois últimos para fins de comparação e demonstração técnica, Figura 10. Além disso, 6 antenas Wi-Fi USB para conectar o computador aos drones e um controle remoto compatível com o drone Tello e 3 gaiolas de proteção para aumentar a segurança, tanto do ponto de vista dos participantes, quanto do ponto de vista do equipamento.

Figura 10 - Equipamentos utilizados na formação



Fonte: O Autor (2025).

Durante a formação, no entanto, para os testes e execução dos planos de aula foram utilizados os drones Tello por permitirem programação e terem uma boa estabilidade de voo em ambiente fechado, bem como a predisposição do equipamento que permitiu desenvolver uma aplicação para programação em bloco dos voos, adicionando recursos que não estavam disponíveis no Scratch3-Tello³, dentre eles a opção de bater foto e visualizar as imagens da câmera durante o voo.

³ É um ambiente que foi desenvolvido a partir da adaptação da aplicação Scratch e permite realizar a programação do voo dos drones utilizando blocos.

Os drones Tello foram desenvolvidos pela empresa Ryze Technology em parceria com a empresa DJI, destinado à utilização educacional, permitindo tanto pilotagem via aplicativo por meio de um celular, como via programação utilizando um computador. Possui uma câmera para fotos e vídeo e uma autonomia de voo de 9 minutos, pensando aproximadamente 90 gramas (Shenzhen Ryze Technology Co. Ltd., 2018a, 2018b, 2025).

No módulo I, o mais denso e diverso, apresentou as bases conceituais para os dois módulos seguintes, explorando a história e a evolução dos drones até o mercado de trabalho, legislação e os diferentes tipos de drones, tanto educacionais quanto comerciais. Seus objetivos de aprendizagem foram capacitar os participantes a compreender o que são drones, suas classificações e tecnologias. Buscou-se desenvolver as habilidades necessárias para que saibam operar por meio de controle remoto ou aplicativos, entendendo de conceitos básicos de voo, além de noções de programação em blocos. Além disso, o módulo introduziu o uso de simuladores de voo, a exemplo do DroneBlocks⁴, para praticar conceitos de voo de forma segura e acessível.

Na sequência, ocorreu o encontro presencial I, o qual teve como objetivo, ambientar os participantes em formação a respeito de tudo que haviam visto durante o módulo online, de modo que os conteúdos passassem a fazer sentido dentro do contexto de sala de aula. Ocorreu uma apresentação técnica dos drones disponíveis para a formação, mostrando as características físicas de cada equipamento, seu funcionamento, limitações, até à prática de voo real.

No módulo II focou-se nos critérios de segurança específicos para o ambiente de sala de aula, bem como na perspectiva de uso para esse ambiente e na utilização do Scratch3-Tello para programação em blocos de voos. Os participantes foram instigados a desenvolver um plano de aula que utilizasse drone como recurso pedagógico, a partir de um modelo previamente disponibilizado na plataforma para que fosse apresentado durante o encontro subsequente.

No encontro presencial II, iniciou-se com a apresentação dos planos de aula desenvolvidos durante o módulo online, e na sequência foram praticados voos, porém utilizando programação via aplicativo Scratch3-Tello. Ao final do encontro foram debatidos, pontos positivos e negativos a respeito do uso do drone traçando um paralelo entre o uso de controles manuais utilizados no encontro presencial anterior e os controles por meio de

⁴ É uma plataforma online que permite programar drones virtuais utilizando blocos de programação, disponível no endereço eletrônico <https://droneblocks.io/>.

programação. Nestas discussões, apontada pelos participantes, surgiu a ideia de melhorar o Scratch3-Tello ou desenvolver uma nova aplicação para suprir algumas limitações do aplicativo, tais como a ausência de recursos de câmera ou telemetria do voo.

Por fim, no terceiro e último módulo, os participantes foram imersos em como implementar a robótica em sala de aula e na escola, trazendo conteúdos de exemplo e materiais de apoio voltados a discussões sobre a robótica educacional e também sobre o uso de drones no contexto escolar. Além disso, os participantes foram provocados a produzir mais um plano de aula para ser praticado durante o encontro presencial.

Nesse último encontro presencial os cursistas conheceram o sistema que foi desenvolvido pelo autor como alternativa ao Scratch3-Tello, batizado de VolatusDrone. Esse sistema manteve todas as características da programação em bloco, adicionando os pontos críticos destacados durante o encontro presencial II. Baseado no ambiente Scratch3-Tello, o sistema possui recursos como registro das atividades (logs), recursos de vídeo e tirar fotos, visualização dos códigos gerados pelos blocos, telemetria de voo, entre outras informações. Assim, cada participante construiu uma rotina de voo, a partir de um dos planos de aula desenvolvido constante no e-book, de modo a testar o novo sistema e também validar se era possível a materialização do plano de aula em uma rotina de voo.

4.5 Desenvolvimento do aplicativo VolatusDrone

O aplicativo VolatusDrone foi desenvolvido pelo pesquisador especialmente para esta pesquisa, com o objetivo de apoiar os professores na programação e execução de voos com o drone Tello durante a formação continuada. A construção do aplicativo não fez parte das atividades dos professores. Eles utilizaram o recurso como ferramenta pedagógica para explorar conteúdos matemáticos e físicos no último encontro presencial.

A necessidade de criar o VolatusDrone surgiu a partir de limitações identificadas nas ferramentas existentes, especificamente ao Scratch3-Tello, que não dispunha de funcionalidade e recurso apontados como necessários pelos professores. Dessa forma, o aplicativo foi projetado com interface intuitiva, apresentando todos os recursos existentes no sistema Scratch3-Tello, acrescentando os novos apontados pelos cursistas:

- visualização de registros (log);
- funcionalidade de utilização da câmera do drone;
- telemetria em tempo real;
- botão de emergência; e

- visualização dos códigos gerados pelos blocos de programação.

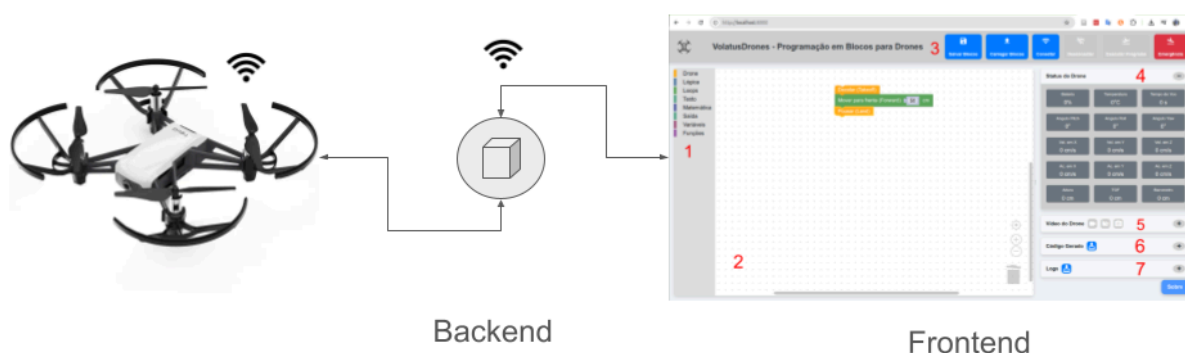
Esta organização foi pensada de modo a favorecer a aprendizagem por experimentação, conforme preconiza a pesquisa-formação, além de propiciar uma melhor visualização dos pilares do pensamento computacional ao permitir ao usuário ver juntamente com os blocos de programação os códigos gerados, bem como os registros da execução de cada etapa do código.

O aplicativo nasceu, portanto, como resposta direta a uma necessidade empírica da pesquisa-formação, unindo o domínio técnico do pesquisador à reflexão pedagógica dos participantes. Esse gênese dialoga com o princípio da pesquisa-formação (Nóvoa, 1992; Martins; Carvalho, 2021), segundo o qual a produção de conhecimento ocorre na ação e na interação entre os sujeitos.

O desenvolvimento foi conduzido segundo a metodologia *Extreme Programming* (XP) por favorecer prototipação rápida e interação contínua entre implementação e teste (Prikladnick; Willi; Milani, 2014), utilizando o ambiente de desenvolvimento Visual Studio Code auxiliados pela inteligências artificiais Gemini da Google e a CoPilot da Microsoft, com a linguagem de programação Python.

O princípio de funcionamento do aplicativo pode ser observado na Figura 11, e consiste em uma aplicação de retaguarda que comunica-se com o drone e que gera um aplicativo web que é aberto no navegador de internet do computador.

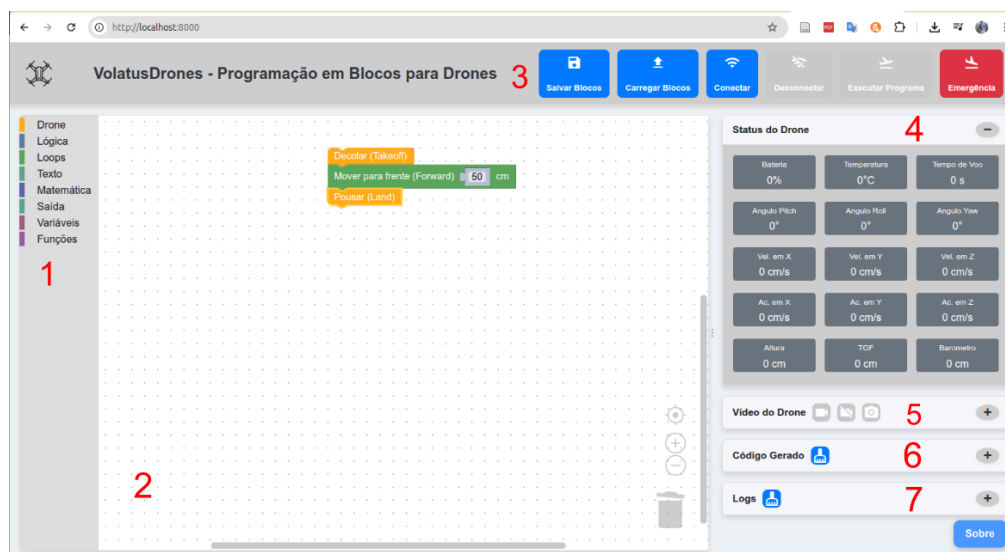
Figura 11 - Arquitetura de comunicação entre o drone Tello e a aplicação.



Fonte: O Autor (2025)⁵.

⁵ Imagem do drone e símbolo de conectividade wi-fi retiradas da internet.

Figura 12 - Tela do sistema VolatusDrone



Fonte: O Autor (2025)

A interface ilustrada na Figura 12, conta com as seguinte funcionalidade:

- 1) lista de blocos disponíveis;
- 2) área de trabalho dos blocos;
- 3) botões de conexão, desconexão, execução dos código gerados, e parada de emergência;
- 4) área de apresentação de todos os dados que são disponibilizados pelo drone (status do equipamento);
- 5) área de apresentação das imagens da câmera do drone com seus respectivos botões de habilitação e desabilitação de vídeo e de foto;
- 6) área de apresentação do código Python gerado a partir dos blocos e o botão de limpar que serve para apagar tudo que está na área de trabalho;
- 7) área de apresentação dos logs da execução dos códigos em execução.

Embora detalhes técnicos estejam apresentados de forma resumida, é importante destacar que o foco do aplicativo é pedagógico: ele permite que os professores explorem conceitos matemáticos e físicos a partir da programação de trajetórias, ângulos, funções, distâncias, velocidade, inclinação, entre outras informações, aproximando conceitos abstratos da prática. Tais funcionalidades contribuíram diretamente para o desenvolvimento do pensamento computacional.

No encontro presencial, em que o VolatusDrone foi utilizado, ele atuou como mediador de aprendizagem, facilitando a programação dos voos, a análise dos resultados e a reflexão coletiva sobre as potencialidades dos drones como recurso pedagógico no ensino de

matemática e física. A prática com o aplicativo recebeu um *feedback* positivo dos participantes da formação, gerando dados valiosos que serão discutidos no capítulos de resultados, especialmente no que se refere à relação entre drones, pensamento computacional e elaboração de planos de aula.

4.6 Produção de dados

Toda a produção de dados ocorreu no contexto da formação continuada desenvolvida com os professores participantes, conforme descrito nas seções 4.2 e 4.3. Dessa forma, cada instrumento aplicado, questionário, observação participante e análise documental, corresponde diretamente às atividades realizadas ao longo do processo formativo.

A pesquisa-formação se baseia na ideia de que o conhecimento não é algo a ser simplesmente “coletado” ou “descoberto” de forma neutra e objetiva. Em vez disso, pressupõe-se que o conhecimento é “produzido” ativamente no processo de interação entre o pesquisador e os participantes.

A escolha dos drones como recurso pedagógico está alinhada às demandas educacionais contemporâneas de integrar tecnologias inovadoras ao ensino. Essas tecnologias promovem o aprendizado prático e interdisciplinar, especialmente em áreas como matemática e física, e facilitam a aproximação entre teoria e prática, como preconizado por Seymour Papert em sua teoria construcionista. Papert defendia o uso de tecnologias educacionais que permitissem aos alunos "aprender fazendo", estimulando o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e resolução de problemas (Papert, 1985). Considerando esses fatores, a presente pesquisa investigou o uso de drones como recurso pedagógico no contexto do ensino de matemática e física.

A interatividade e colaboração entre pesquisador e participantes foram fundamentais, com o docente-pesquisador investigando sua própria prática e promovendo reflexões críticas sobre as mudanças pedagógicas em curso, característica fundamental da pesquisa-formação. Dentre as técnicas adotadas para produção de dados, está a aplicação do instrumento questionário (Apêndice D), e das técnicas de observação participante em sala de aula e a análise de documentos produzidos durante toda a formação relacionados às práticas pedagógicas do uso de drone. Estas técnicas permitiram construir um *corpus* que evidencia o processo formativo dos participantes e as transformações em suas abordagens educacionais, conforme a proposta da pesquisa-formação.

Lakatos (2021) e Cervo (2006) ao tratar sobre o instrumento de pesquisa questionário esclarecem que trata-se de um instrumento no qual não há a presença do entrevistador, sendo então, necessário o envio formal tanto por parte de quem investiga, quanto por parte de quem é investigado. Por ser de um conjunto de perguntas organizadas e ordenadas, é necessário uma nota explicativa que torne compreensível para quem irá responder, seja do ponto de vista do contexto, ou então do ponto de vista de despertar o interesse do recebedor. É um instrumento em que o respondente preenche o formulário sem a participação do pesquisador, e por esse motivo, necessita estar coerentemente organizado.

O questionário foi organizado em dois grupos de questões, sendo que o primeiro grupo continha 9 perguntas voltadas a mapeamento do perfil dos participantes, das quais, 3 opcionais relacionadas à identificação pessoal. O outro grupo de questões refere-se à formação em si. Contendo 11 perguntas direcionadas ao mapeamento do que sabiam a respeito de drones antes da formação, das percepções dos professores referentes ao uso de drone como recurso pedagógico, das possibilidades de uso em sala de aula como recurso para ensino de matemática ou física, e enquanto recurso para desenvolvimento do pensamento computacional.

Diante disso, optou-se por aplicar o questionário no último encontro presencial, após a execução das atividades e das discussões previstas para o momento. Por tratar-se de um conjunto pequeno, com apenas 20 questões, foi possível que todos os presentes respondessem ainda durante o decurso da aula. Como ferramenta de produção de dados foi utilizado o recurso tecnológico Formulários Google, por integrar-se nativamente ao Google Sala de Aula e por ser de fácil construção e compartilhamento. A aplicação ocorreu como parte das atividades da formação continuada, de modo que as respostas refletem as aprendizagens, percepções e reflexões construídas ao longo dos encontros formativos.

Outro ponto a ser destacado, é que por estar dentro do rol de atividades do ambiente online, aqueles participantes que não se fizeram presente no último dia presencial, puderam responder remotamente. Esta estratégia se fez promissora, pois retira toda a necessidade de contextualização.

Adicionalmente ao uso do questionário, a observação participante, também foi utilizada como recurso para compreensão e captação de informações relevantes que se convertessem em dados para análise. Este instrumento apresentou-se naturalmente como fático, uma vez que, durante toda a formação, pesquisador e participantes interagiram criando uma troca mútua de saberes. Essa observação ocorreu inserida integralmente na

formação continuada, permitindo acompanhar em tempo real as interações, dúvidas, reflexões e decisões pedagógicas emergentes do processo formativo. Esta característica inerente à pesquisa-formação alinha-se aos pressupostos da observação participante, uma vez é necessária a construção de um vínculo de confiança entre os membros do grupo para que não sejam ocultadas informações importantes inerentes ao objeto estudado. Neste contexto, a literatura destaca ainda, que o observador, tem papel ativo, cabendo a este a sensibilidade de registro daquilo que julgar relevante (Cervo, 2006; Mascarenhas, 2012; Lüdke; André, 2013; Lakatos, 2021; Marconi; Lakatos, 2022).

Por ser uma técnica utilizada no contexto de uma pesquisa-formação, os cuidados destacados por Lakatos (2021) e Marconi e Lakatos (2022) a respeito do observador não exercer influência sobre o grupo anula-se, tornando o processo mais fluido e dinâmico.

Por fim, a coleta dos documentos produzidos no contexto da formação, completaram o arcabouço da produção dos dados. Esta técnica é extremamente valiosa, principalmente dentro da conjuntura de uma pesquisa-formação, pois além de representar fonte de dados valiosos, também serve para refletir e analisar os impactos produzidos pela formação e compreender o conhecimento construído neste contexto. Além disso, trata-se de uma produção de dados pelo sujeito da pesquisa (Bogdan; Biklen, 1994). Esses documentos foram elaborados pelos professores ao longo da formação continuada, constituindo registros diretos da aprendizagem, da elaboração de propostas didáticas e da apropriação do drone como recurso pedagógico.

No âmbito desta pesquisa, os documentos considerados para análise documental corresponderam especificamente aos planos de aula elaborados pelos professores durante os módulos assíncronos da formação continuada. Esses planos seguiram um modelo estruturado previamente fornecido pelo pesquisador, Apêndice E, contendo campos para objetivos, conteúdos de matemática e física, descrição das atividades, modos de integração do drone e reflexões pedagógicas.

Lüdke e André (2013) salientam que este recurso é apropriado quando pretende-se ratificar ou validar informações oriundas de outras técnicas de obtenção de dados e pretende-se estudar o problema a partir das manifestações dos participantes, o que corrobora com os pressupostos da pesquisa-formação.

Durante os módulos, os professores foram provocados a produzirem planos de aula que considerassem a utilização de drones com recurso pedagógico. Os materiais produzidos pelos professores foram registrados para compor fonte de dados para entender como os

conceitos de matemática e de física podem ser trabalhados com o uso dos drones e como os professores adaptaram a tecnologia ao currículo.

Assim, todos os dados analisados nesta pesquisa, respostas ao questionário, observações participantes e documentos produzidos, resultam diretamente das atividades desenvolvidas na formação continuada com professores da educação básica. Esse alinhamento entre produção de dados e processo formativo reforça o caráter dialógico, experiencial e reflexivo da pesquisa-formação que fundamenta este estudo.

4.7 Organização e análise de dados

A análise dos dados tem como objetivo responder à questão de pesquisa, estabelecendo uma coerência entre o problema investigado, o contexto de produção dos dados e o referencial metodológico adotado. Considerando que este estudo se insere em uma pesquisa-formação de abordagem qualitativa, a análise foi conduzida segundo os princípios da indução analítica, método tradicionalmente empregado para a construção de interpretações a partir de dados empíricos (Deslauriers, 2008; Flick, 2008; Gil, 2021).

A indução analítica, conforme Flick (2008), constitui uma estratégia de avaliação e refinamento teórico na pesquisa qualitativa. Descrita originalmente por Znaniecki em 1934, essa técnica baseia-se em um processo iterativo de comparação e reformulação, no qual as hipóteses emergem e se modificam continuamente diante dos dados analisados (Deslauriers, 2008). Para Marconi e Lakatos (2022, p. 41) trata-se de “[...] um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal”. Assim, as conclusões derivam de inferências progressivas, ampliando o alcance interpretativo a partir de observações específicas.

De acordo com Flick (2008, p. 362) o princípio essencial da indução analítica “[...] é voltada ao exame de teorias e do conhecimento por meio da análise ou da integração de casos negativos”, ou seja, situações que refutam as hipóteses iniciais. Quando tais casos são encontrados, o pesquisador reformula suas interpretações e reinicia o ciclo de análise, até atingir um nível satisfatório de coerência explicativa. Deslauriers (2008) e Santibanez e Lima (2022) destacam que esse processo se caracteriza pela alternância entre formulação, confronto e reconstrução teórica, o que o torna especialmente adequado para contextos formativos e dinâmicos, como o da presente pesquisa. No presente estudo, as primeiras hipóteses provisórias diziam respeito à suposição de que, embora alguns professores pudessem relatar contato prévio com drones de uso recreativo ou comercial, o grupo, em geral, não disporia de

referências sobre drones concebidos como dispositivos pedagógicos programáveis, nem sobre suas possibilidades de inserção sistemática no ensino de Matemática e Física. A análise dos dados iniciais confirmou, em grande medida, essa expectativa quanto à ausência de repertório didático, mas trouxe também casos que a tencionaram: alguns participantes relataram experiências anteriores com drones em contextos de lazer, filmagem ou outras aplicações comerciais, o que evidenciou representações prévias mais complexas sobre o artefato tecnológico do que se supunha inicialmente. Esses “casos negativos” em relação à ideia de total desconhecimento exigiram o refinamento das interpretações, deslocando o foco da mera ausência de experiência para a forma como diferentes tipos de contato prévio com drones influenciaram a apropriação pedagógica durante a formação, reafirmando o caráter iterativo da indução analítica.

Flick (2008) traz um quadro adaptado de Buhler-Niederberegger (1985) que apresenta 6 etapas da indução analítica. Estas etapas constituem-se basicamente no percurso analítico dos dados conforme estes foram sendo produzidos e organizados, de modo a não limitar-se a elas, mas tê-las como um roteiro a ser observado (Flick, 2008, p. 363):

- Formula-se uma definição preliminar do fenômeno a ser explicado;
- Formula-se uma explicação hipotética do fenômeno;
- Estuda-se o caso à luz dessa hipótese para descobrir se ela corresponde aos fatos, nesse caso;
- Se a hipótese não estiver correta, ou ela será reformulada, ou o fenômeno a ser explicado será redefinido de modo que exclua esse caso;
- A certeza prática pode ser obtida após o estudo de um pequeno número de casos, mas a descoberta de cada caso negativo individual pelo pesquisador, ou por outro pesquisador, refuta a explicação e requer sua reformulação;
- Estudam-se outros casos, redefine-se o fenômeno e reformulam-se as hipóteses até que se estabeleça uma relação universal. Cada caso negativo requer uma definição ou uma reformulação.

Essas etapas não constituem um roteiro rígido, mas orientam o processo de abstração progressiva, no qual padrões, categorias e temas emergem dos dados, e não de esquemas teóricos prévios (Bogdan; Biklen, 1994). No contexto desta pesquisa, a definição preliminar do fenômeno a ser explicado consistiu na compreensão de como os professores da Educação Básica atribuem sentidos pedagógicos ao uso de drones no ensino de Matemática e Física. Essa formulação inicial não foi tomada como hipótese rígida, mas como ponto de partida

provisório para orientar o percurso interpretativo, conforme previsto na primeira etapa da indução analítica. Ao longo da análise, essa definição foi sucessivamente tensionada e ajustada, acompanhando as regularidades e contradições emergentes nos dados.

Em consonância, Gil (2021) sintetiza a indução analítica como um movimento em que cada novo caso é comparado aos anteriores, buscando validar ou ampliar as assertivas construídas. À medida que o número de novas informações diminui, atinge-se o ponto de saturação teórica, indicando estabilidade interpretativa.

Essa estratégia mostrou-se especialmente adequada ao objetivo deste estudo, por se tratar de um campo emergente, ainda pouco explicado, no qual as práticas e significados atribuídos pelos professores não podem ser antecipados. A análise indutiva permitiu captar nuances e contradições das experiências docentes, revelando dimensões formativas, técnicas e epistemológica do processo de integração dos drones ao ensino.

O percurso metodológico adotado segue a orientação de Sampieri, Collado e Lucio (2013), segundo a qual a análise qualitativa envolve a passagem ordenada da produção dos dados à interpretação. Assim, o trabalho iniciou-se com a organização e sistematização dos registros provenientes dos três instrumentos de produção de dados: observação participante, questionários e análise documental. As transcrições dos áudios produzidos durante a formação foram realizadas com o utilizando a inteligência artificial TurboScribe© (<https://turboscribe.ai/pt/>), servindo à validação das anotações de campo. A posterior organização e filtragem foram realizadas em planilhas digitais, que subsidiaram a codificação inicial.

A triangulação dos dados ocorreu pela comparação sistemática entre os três instrumentos de produção, observação participante, questionários e análise documental, buscando identificar convergências, divergências e tensões entre discursos, registros de prática e produções escritas dos professores. Essa triangulação não teve a finalidade de validar um instrumento pelo outro, mas de ampliar a compreensão do fenômeno ao examinar como cada fonte iluminava aspectos distintos da experiência formativa.

A análise seguiu as etapas de identificação das unidades de significado, constituição de categorias e agrupamento temático. As categorias emergiram de leituras sucessivas e comparativas dos registros, sendo posteriormente integradas em temas centrais que articulam as percepções, práticas e desafios dos professores quanto ao uso pedagógico dos drones. O processo interpretativo foi conduzido de forma iterativa e dialógica, em consonância com a natureza reflexiva da pesquisa-formação, buscando compreender como a experiência

formativa contribuiu para a construção de novos saberes docentes e para a reconfiguração das práticas de ensino seguindo a lógica apresentada a Figura 13.

Figura 13 - Etapas da indução analítica



Fonte: O Autor (2025).

Durante a etapa de análise realizou-se a limpeza e interpretação dos dados para identificação das categorias. Nesse sentido, após a organização dos dados na planilha, cada resposta, excerto de fala ou trecho de plano de aula foi tratado como unidade de análise. Essas unidades foram agrupadas por aproximação de sentido, originando aglutinadores e, posteriormente, categorias analíticas. A partir da recorrência e da densidade dessas categorias, emergiram três temas centrais que orientam as análises: 1) Drone como recurso pedagógico; 2) O uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional; e 3) Produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico.

É importante destacar que os temas não foram definidos previamente, mas emergiram gradualmente do processo de comparação contínua entre unidades de análise. Inicialmente, os agrupamentos apresentavam baixa estabilidade semântica; apenas após sucessivas rodadas de codificação e reagrupamento é que padrões mais robustos se consolidaram. Esse movimento reforça o caráter indutivo da análise e evidencia que os temas finais representam construções emergentes dos dados, e não categorias impostas a priori.

Quadro 4 - Temas constituídos a partir das categorias emergentes

Temas	Categorias emergentes	Instrumento de Produção
Drone como recurso pedagógico	Amparo (apoio) para utilização de drone como recurso pedagógico	Questionário
	Formas de uso do drone como recurso pedagógico	Análise Documental
		Questionário
	Percepção do uso de drone como recurso pedagógico	Observação participante
Questionário		

	Potencialidade da utilização de drone como recurso pedagógico	Observação participante
		Questionário
O uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional	Desenvolvimento do pensamento computacional a partir do uso de drones como recurso pedagógico	Análise Documental
		Questionário
	Formação continuada sobre pensamento computacional	Análise Documental
		Observação participante
Questionário		
Produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico	Formação continuada a respeito de lógica de programação e programação em blocos	Observação participante
		Observação participante
	Formação continuada sobre o uso de drone como recurso pedagógico	Questionário
		Questionário
Produção de materiais para reduzir as incertezas do uso de drone como recurso pedagógico	Observação participante	
	Questionário	

Fonte: O Autor (2025).

O ponto de saturação teórica foi alcançado quando após sucessivas análises a partir das unidades de análise não foi mais possível reclassificar ou agrupar em novos aglutinadores, categorias e até mesmos temas, consolidando-se no que é apresentado no Quadro 4.

A discussão que segue toma esses temas como eixo estruturante, articulando-os à fundamentação teórica e à pergunta norteadora da pesquisa. Como resultado obteve-se o quadro síntese, Quadro 4, que representa o primeiro nível e o segundo nível (plano central) (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

Como forma de apresentação das unidades de análise seguiu-se a codificação proveniente da junção do código da unidade de análise, do código de identificação dos participantes (P1, P2, ..., Pn) com o código Q, O, D, representando respectivamente, Questionário (Q), Observação Participante (O) e Análise Documental (D), conforme demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5 - Exemplo da formação da codificação das unidades de análise

Número Unidade de Análise [1 - n]	Código do Participante P1 - Fulano P2 - Beltrano Pn - [nome]	Instrumento de coleta Q - Questionário O - Observação Participante D - Análise Documental
25	P2	Q
25P2D		
Explicação: Linha 25 do quadro dos dados da Unidade de análise, referente ao participante P2, retirado do Questionário respondido		

Fonte: O Autor (2025).

Importante salientar que os excertos são provenientes do questionário são transcrições integrais das respostas dos participantes. Já a Observação Participante mescla tanto transcrição de contexto, quando falas coletadas durante as conversas nos momentos presenciais. Referente a análise documental, foram extraídos contextos a partir de três questionamentos realizados enquanto análise:

- a) o plano proposto considerou o uso de drone para apresentar um conteúdo de matemática ou física?
- b) o plano proposto conseguiu inserir o drone efetivamente no contexto do ensino do conteúdo?
- c) o plano proposto tratou do desenvolvimento do pensamento computacional de forma clara e objetiva?

Esses contextos serão apresentados no mesmo formato dos excertos para fins de padronização e para facilitar a triangulação das informações. Assim, quando um excerto ou ideia retirada da análise documental for apresentada terá a seguinte forma: 7P5Q, onde o “7” é número que representa a unidade de análise (número da linha na planilha), “P5” representa o código de identificação do participante, e “Q” representa que trata-se de um excerto retirado do questionário.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Retomamos, nesta seção, os temas e as categorias identificadas a partir da análise dos dados, conforme descrito na seção 4.7 e sistematizados no Quadro 4. Esses temas emergiram do processo de indução analítica, no qual as unidades de análise foram sucessivamente organizadas, comparadas e refinadas até a consolidação dos padrões interpretativos que orientam esta etapa da pesquisa.

Os resultados discutidos neste capítulo derivam diretamente das atividades desenvolvidas durante a formação continuada, respostas ao questionário, registros das observações participantes e documentos produzidos pelos cursistas, expressando o caráter dialógico, experiencial e reflexivo da pesquisa-formação. Como detalhado no capítulo metodológico, cada excerto utilizado resulta do tratamento analítico das falas, anotações e planos de aula elaborados pelos participantes, preservando sua origem empírica e a triangulação entre instrumentos.

A apresentação dos dados segue a estrutura dos três temas centrais que emergiram da análise:

1. Drone como recurso pedagógico, composto pelas categorias:
 - a. Amparo para a utilização de drone como recurso pedagógico;
 - b. Formas de uso do drone como recurso pedagógico;
 - c. Percepção do uso de drone como recurso pedagógico;
 - d. Potencialidade da utilização de drone como recurso pedagógico.
2. O uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional, constituído pelas categorias:
 - a. Desenvolvimento do pensamento computacional a partir do uso de drones como recurso pedagógico;
 - b. Formação continuada sobre pensamento computacional.
3. Produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico, organizado pelas categorias:
 - a. Formação continuada sobre lógica de programação e programação em blocos;
 - b. Formação continuada sobre o uso de drone como recurso pedagógico;
 - c. Produção de materiais para reduzir as incertezas do uso de drone como recurso pedagógico.

Como já explicitado na seção 4.7, os excertos empregados ao longo deste capítulo utilizam a codificação previamente definida. Dessa forma, evita-se redundância e garante-se continuidade metodológica entre os capítulos. A discussão que se segue articula cada tema às categorias que o compõem, mobilizando tanto a fundamentação teórica quanto os registros empíricos para compreender como os professores atribuem sentidos pedagógicos ao uso dos drones no ensino de matemática e física.

Ao final deste capítulo, serão apresentados e analisados os planos de aula elaborados pelos professores durante a formação, considerados aqui como resultados pedagógicos decorrentes do processo formativo.

5.1 Drone como recurso pedagógico

A análise dos dados permitiu identificar que a percepção dos professores sobre o uso de drones no contexto educacional é predominantemente positiva, reconhecendo o equipamento como um recurso capaz de promover engajamento, visualização concreta de fenômenos matemáticos e físicos e diversificação das estratégias de ensino. Pesquisas recentes corroboram essa percepção. Por exemplo, Mathews, DeChano-Cook e Bloom (2023) demonstram que atividades envolvendo drones favorecem significativamente a compreensão espacial e a construção de representações topográficas em estudantes do ensino fundamental, evidenciando ganhos de 14% no desempenho conceitual após intervenções práticas com drones.

De forma semelhante, Peace e Jess (2022) destacam que microdrones ampliam a capacidade de observação, análise e interpretação de fenômenos físicos e espaciais em contextos reais, funcionando como extensões perceptivas que aproximam teoria e prática. Além disso, Yepes, Barone e Porciuncula (2022) demonstram que atividades com drones, quando estruturadas em tarefas investigativas, ampliam significativamente o engajamento e favorecem a aprendizagem significativa em STEM, reforçando que o interesse inicial dos participantes tende a se converter em maior compreensão conceitual. Esse potencial é corroborado por Zardo, Reis e Webber (2021), que demonstram que minidrones favorecem a visualização de fenômenos mecânicos como deslocamento, velocidade e aceleração, criando um ambiente criativo e altamente engajador.

Este tema, “Drone como recurso pedagógico”, é composto pelas categorias Amparo para a utilização de drone como recurso pedagógico, Formas de uso do drone como recurso pedagógico, Percepção do uso de drone como recurso pedagógico e Potencialidade da

utilização de drone como recurso pedagógico, discutidas a seguir à luz das unidades de análise e da fundamentação teórica.

5.1.1 Amparo para a utilização de drone como recurso pedagógico

Os excertos classificados nesta categoria revelam que os participantes compreendem o drone como um recurso que apoia e fortalece o processo de ensino, especialmente por sua capacidade de tornar conceitos abstratos mais tangíveis e despertar o interesse dos estudantes:

3P1Q: Com toda certeza. O drone deve ser usado sempre.

4P1Q: De muita importância e com campo de muita atuação.

14P2Q: Importantíssimo, pois amplia o conhecimento do estudante.

47P5Q: Antes eu nunca havia pensado nisso, mas agora com as atividades realizadas durante o curso, fiquei bastante interessada em utilizar os drones nas aulas de matemática para o cálculo de área, por exemplo. Os estudantes vão achar muito mais interessante trabalhar geometria dessa forma.

74P7Q: Sim, os drones podem facilitar bastante a adaptação de conteúdos complexos de Matemática, especialmente porque transformam conceitos abstratos em situações visuais, práticas e experimentais.

A atribuição de valor pedagógico ao drone dialoga com a concepção de Tecnologias Digitais (TD) apresentada por Kenski (2013), que defende que tecnologias incorporam modos de agir e pensar que, quando integrados ao ensino, ampliam possibilidades cognitivas e práticas. A compreensão dos professores de que o drone “amplia o conhecimento” e possui “muita importância” aproxima-se da perspectiva de Borba, Silva e Gadanidis (2020), segundo a qual as TD estão inseridas em um ecossistema de “materialidades” que reconfiguram práticas docentes.

Assim, o que aparece nos excertos não é apenas entusiasmo, mas a percepção de que o drone é um artefato que reorganiza o modo como professores e alunos interagem com conteúdos matemáticos e físicos. Johal *et al.* (2022) argumentam que drones atuam como “agentes sociais” no ambiente educacional, reorganizando dinâmicas de atenção, colaboração e interação, alterando a ecologia pedagógica mesmo quando usados em tarefas simples.

5.1.2 Formas de uso do drone como recurso pedagógico

Esta categoria reúne unidades de análise provenientes principalmente da análise documental dos planos de aula, complementadas por respostas ao questionário, evidenciando como os professores imaginaram ou efetivamente inseriram os drones em propostas didáticas para o ensino de matemática e física.

Nas respostas ao questionário, aparecem manifestações positivas (“Sim”) mais gerais sobre a intenção de uso do drone como recurso pedagógico após a formação, sendo uma, em resposta à questão “Agora, pós formação, você usaria os drones como recurso pedagógico para ensino de matemática/física?”, sintetizada na unidade de análise “Usaria o drone como recurso pedagógico”, e a outra em resposta à questão “Você considera que os drones podem ser utilizados como recurso pedagógico para o ensino de matemática/física?”, associada à unidade “Drone pode ser utilizado como recurso pedagógico”.

Esses registros indicam uma disposição favorável ao uso do drone em sala de aula, mas com baixo detalhamento sobre como esse uso se daria. Achado semelhante é relatado por Voštinár, Horváthová e Klimová (2018), ao observar que estudantes demonstram entusiasmo contínuo ao programar drones para executar formas geométricas, reforçando que a motivação inicial evolui para apropriação prática do recurso. As formas mais concretas de utilização aparecem com mais força na análise dos planos de aula. Slater (2024) identifica cinco caminhos típicos de iniciação docente no uso de drones, rotas de voo, obstáculos, filmagem, codificação e aspectos legais, indicando que práticas pedagógicas iniciais tendem a se concentrar em usos intuitivos antes da articulação curricular mais robusta.

Nos planos analisados, destacam-se propostas em que o drone é articulado à programação em blocos e à exploração de conteúdos matemáticos:

85P4D: O plano de aula considerou o uso de drones utilizando programação em blocos para estudos de adição, subtração, perímetro e área..

86P4D: A proposta apresenta a programação de voo para demonstrar adição e subtração, de forma clara usando a programação de voo com scratch. Alterna-se entre demonstrações com drone e discussão utilizando malha quadriculada. É proposto um desafio para que os alunos programam um voo a partir de parâmetros predefinidos.

88P4D: O drone foi utilizado para demonstrar e auxiliar na identificação e classificação dos ângulos, por meio de programação e da experimentação com o drone Tello.

89P4D: O drone é utilizado, a partir da programação dos voos, utilizando scratch para demonstrar alguns e suas relações. Busca-se o desenvolvimento da compreensão entre os ângulos, suas classificações além de relacionar a frações.

91P2D: O drone foi utilizado para cumprir uma missão, tendo programado via scratch. O objetivo da aula era desenvolver conceitos de geometria e medidas a partir da utilização dos drones

92P2D – Há uma clara relação entre a utilização do drone por meio da programação de voo e os conceitos matemáticos inerentes ao objetivo da aula.

Por outro lado, a própria categoria inclui casos negativos, coerentes com a lógica da indução analítica, em que o plano não conseguiu, de fato, integrar o drone ao ensino do conteúdo:

80P8D: O equipamento seria utilizado para registrar fotos a partir do voo, que serviram de insumos para construção da planta do local. Neste caso, o drone é utilizado como ferramenta, sendo que seu uso pedagógico é secundário.

83P2D: O plano de aula não inseriu o drone como recurso pedagógico.

Essas unidades mostram dois movimentos distintos. Quando a integração é bem-sucedida, o drone é utilizado: em atividades de programação em blocos (Scratch/ambiente análogo); para explorar operações (adição, subtração); para trabalhar perímetro, área, geometria e medidas; para abordar ângulos e suas classificações, articulando o deslocamento do drone a grandezas matemáticas. Essa característica é coerente com achados de Abichandani *et al.* (2024), que mostram que atividades de programação de voo e solução de problemas com drones fortalecem competências de sequenciação, depuração e raciocínio matemático, colocando o estudante em situação ativa de experimentação e tomada de decisão. De modo semelhante, Félix-Herrán *et al.* (2022) mostram que desafios que envolvem voo programado e navegação espacial com UAVs promovem aprendizagem contextualizada de conceitos geométricos e métricos, além de maior compreensão sobre trajetórias e grandezas envolvidas.

Porém, em um segundo movimento, quando a integração é frágil, o drone permanece como acessório tecnológico (registro de fotos ou vídeos), sem se tornar efetivamente um mediador do conteúdo. Esse fenômeno é amplamente discutido na literatura. Faria (2021) identifica que, quando tecnologias emergentes não são acompanhadas de mediação pedagógica consistente, elas tendem a ser reduzidas a “artefatos-espetáculo”, produzindo encantamento, mas pouca aprendizagem significativa. Estudos como o de Gu *et al.* (2022) reforçam que o uso educativo de drones exige intencionalidade na articulação entre objetivo conceitual e desempenho tecnológico; caso contrário, o recurso não gera aprofundamento cognitivo, apenas engajamento momentâneo. Essa mesma fragilidade aparece em estudos recentes. Yepes, Barone e Porciuncula (2022) alertam que drones, quando não mediados por estratégias intencionais, produzem apenas entusiasmo e pouca aprendizagem, e Pergantis e Drigas (2024) reforçam que a maioria das experiências escolares ainda apresenta uso superficial e sem conexão clara com objetivos de aprendizagem.

As propostas baseadas em programação em blocos dialogam diretamente com a perspectiva da Robótica Educacional apresentada no capítulo 2, especialmente com a

concepção construcionista de Papert (1985, 2008), segundo a qual dispositivos programáveis funcionam como mediadores que permitem ao aluno explorar conceitos por meio da ação e experimentação. Da mesma forma, ao aproximarem deslocamento, ângulos, medidas e trajetórias do voo do drone aos conteúdos matemáticos, tais propostas se alinham à ideia de Tecnologias Digitais como materialidades que reconfiguram a prática docente (Borba; Silva; Gadanidis, 2020). Ao mesmo tempo, os casos em que o drone não se articula claramente ao conteúdo evidenciam o que a literatura sobre Tecnologias Digitais alerta: a tecnologia pode ser reduzida a um adorno se não houver intencionalidade pedagógica (Kenski, 2003; Borba; Silva; Gadanidis, 2020). A própria presença, na mesma categoria, de usos potentes e de usos frágeis reforça o caráter formativo da experiência: os professores estão em processo de aprendizagem de como transformar o drone de objeto tecnológico em objeto de ensino. Schlosser, Aumell e Kilkenny (2023) alertam que, sem planejamento pedagógico claro, tecnologias digitais, inclusive drones, tendem a produzir apenas impacto visual, sem avanço conceitual significativo, fenômeno também observado em cursos híbridos e remotos.

5.1.3 Percepções de uso de drone como recurso pedagógico

Nesta categoria, reúnem-se percepções dos participantes sobre a viabilidade e as condições de uso do drone como recurso pedagógico, considerando dificuldades, ambiente, número de equipamentos e turmas mais adequadas.

Nas respostas ao questionário, observa-se, em primeiro lugar, que nem todos os participantes relatam obstáculos significativos ao uso do drone. Em **6P1Q**, por exemplo, a professora afirma que “*não tive dificuldades*” ao ser questionada sobre os pontos negativos ou dificuldades no uso de drones como recurso pedagógico, resultando na unidade de análise “Ausência de dificuldades relatadas”. Já em **21P2Q**, ao responder se usaria o drone como recurso pedagógico após a formação, a participante registra “*Sim*”, sintetizada na unidade “A formação alcançou o objetivo de demonstrar o drone como recurso pedagógico”. Esses excertos indicam que, para esses docentes, a formação contribuiu para reduzir inseguranças iniciais e consolidar a percepção de que o drone é um recurso utilizável em sala de aula.

Os registros de observação participante aprofundam essa percepção ao explicitar condições concretas para o uso do drone. Em **105P4O**, o professor destaca o uso de drone em espaço amplo e a facilidade de uso nas séries iniciais, sugerindo que ambientes maiores e turmas com alunos mais novos favorecem a exploração do recurso. Essa avaliação encontra respaldo em Peace e Jess (2022), que salientam a necessidade de ambientes amplos e

controlados para operações seguras com microdrones, sobretudo em atividades que envolvem voo estacionário, rajadas de vento e variações de estabilidade do equipamento. Abichandani *et al.* (2024) também destacam que o número de drones por grupo, a logística de operação e o gerenciamento de tempo são fatores críticos que interferem diretamente na viabilidade do uso pedagógico de UAVs em contextos educacionais reais. Em **107P4O** e **109P2O**, aparecem preocupações com a quantidade de drones em sala de aula e com a necessidade de ambientação dos alunos sobre o equipamento, indicando que os docentes percebem o uso do drone como algo que exige preparação prévia e organização didática específica. Em **112P2O**, reforça-se a ideia de utilizar o drone em espaços maiores, como quadra ou pátio, enquanto em **115P2O** a unidade de análise aponta que as melhores turmas para inserção do drone seriam do oitavo ano do Ensino Fundamental ao primeiro ano do Ensino Médio, evidenciando uma percepção de adequação por faixa etária e nível de escolaridade.

107P4O: Eu acredito que a disponibilidade poderia ser, na sala de aula, seriam 5. [...] Uma turma de 20, 25 alunos. Pensando também na realidade do município em questão de investimentos. Então acredito que ali uns 5 drones já daria para fazer um agrupamento, alguns alunos mexendo, revisando. Já daria para fazer dessa forma.

115P2O: [...] mas o ensino médio é mais difícil. Eu acho que deveria se nos anos finais, pelo menos na nossa realidade, anos finais. Oitavo e nono ano dá pra conseguir uma equipe melhor agora o ensino médio só do terceiro, mas o terceiro eles estão muito sobrecarregados.

Essas percepções dialogam com a fundamentação teórica ao indicar que o uso de Tecnologias Digitais, como o drone, não é percebido apenas em termos de potencial abstrato, mas em função de condições pedagógicas concretas: espaço físico, perfil da turma, quantidade de equipamentos e necessidade de ambientação. Tal leitura é coerente com Kenski (2003, 2013, 2015), ao destacar que a incorporação de tecnologias ao ensino implica reorganizar tempos, espaços e práticas; e com Borba, Silva e Gadanidis (2020), ao apontarem que as TD reconfiguram o ambiente de aprendizagem e exigem novas formas de planejamento docente. Slater (2024) demonstra empiricamente que infraestrutura, espaço físico e logística são fatores críticos para a adoção de drones em escolas, especialmente quando operados por iniciantes, o que reforça a pertinência das preocupações levantadas pelos professores na formação.

Assim, a categoria “Percepção do uso de drone como recurso pedagógico” mostra que os professores não se limitam a considerar o drone como algo “interessante” ou “motivado”; eles começam a avaliar onde, com quem e em quais condições o uso desse recurso se torna mais adequado, o que é um passo importante na passagem da curiosidade inicial para uma

apropriação pedagógica mais consciente. Bolick, Mikhailova e Post (2022) reforçam esse ponto ao mostrar que a adoção de UAVs em contextos educacionais depende de restrições práticas como espaço adequado para voo, custo, treinamento prévio e cumprimento de normas de segurança, aspectos que influenciam fortemente a viabilidade pedagógica

5.1.4 Potencialidade da utilização de drone como recurso pedagógico

As unidades de análise agrupadas nesta categoria mostram que os professores atribuem ao drone um alto potencial pedagógico, associando-o à ampliação do conhecimento, à exploração de conteúdos complexos, à interdisciplinaridade e à inserção em diferentes contextos formativos da escola.

Nos questionários, aparecem avaliações que evidenciam essa percepção ampliada de potencialidade:

3P1Q: Com toda certeza. O drone deve ser usado sempre.

8P1Q: Sim. Na elaboração e exploração de conteúdos complexos.

14P2Q: Sim, inclusive com interdisciplinaridade.

15P2Q: Importantíssimo, pois amplia o conhecimento dos estudantes.

Esses registros indicam que os professores não enxergam o drone apenas como um recurso motivador, mas como ferramenta com potencial para atuar em diferentes dimensões do processo educativo: facilitar o trabalho com conteúdos complexos, promover interdisciplinaridade e ampliar possibilidades de aprendizagem. Essa leitura dialoga com Kenski (2013), ao afirmar que as Tecnologias Digitais reconfiguram práticas e ampliam modos de aprender, e com Borba, Silva e Gadanidis (2020), ao destacarem o papel das TD como materialidades que expandem o fazer matemático. Rábago e Portuguese-Castro (2023) evidenciam que drones também têm sido utilizados em processos formativos interdisciplinares no ensino de Arquitetura, fortalecendo práticas de modelagem, observação espacial e análise contextual, dimensões que convergem com as perspectivas docentes identificadas na formação.

As observações participantes complementam essa percepção ao situar o uso do drone em contextos específicos de ensino:

106P4O: O uso de exemplos concretos com drones favorece a compreensão teórica, especialmente nas séries iniciais, destacando um caso de sucesso com a utilização de kits de robótica com alunos de 6 a 10 anos.

113P2O: o uso do drone é considerado possível “em contexto específico”, como aulas destinadas às trilhas de aprofundamento.

114P20: o drone é mencionado como recurso que pode ser utilizado em projetos de vida.

Esses excertos reforçam duas ideias centrais presentes na fundamentação teórica da dissertação:

- a) A robótica educacional, em perspectiva construcionista (Papert, 1985, 2008), oferece condições para que os estudantes trabalhem com exemplos concretos, experimentem, manipulem e reflitam sobre conceitos matemáticos e físicos. A referência à maior compreensão em séries iniciais quando se usam exemplos concretos com drones está em linha com essa visão de que dispositivos robóticos funcionam como “objetos para pensar” e mediam a passagem do abstrato para o concreto.
- b) A BNCC (2018) e as discussões sobre TD indicam a necessidade de integrar tecnologias a projetos interdisciplinares, trilhas de aprofundamento e projetos de vida. As menções às trilhas e aos projetos de vida mostram que os próprios professores projetam usos do drone para além da aula pontual, concebendo-o como recurso que pode compor percursos formativos mais amplos, alinhados às diretrizes contemporâneas de flexibilização curricular.

Assim, a categoria “Potencialidade da utilização de drone como recurso pedagógico” evidencia que os participantes reconhecem o drone como:

- recurso capaz de ampliar o conhecimento dos estudantes;
- ferramenta para exploração de conteúdos complexos;
- elemento que favorece interdisciplinaridade e integração com trilhas e projetos de vida;
- dispositivo que contribui para tornar conteúdos abstratos mais acessíveis por meio de exemplos concretos e experiências práticas.

As potencialidades descritas pelos professores dialogam com estudos internacionais. Mathews, DeChano-Cook e Bloom (2023) mostram que drones são dispositivos altamente versáteis, aplicáveis tanto a atividades de geografia, topografia e cartografia quanto a tarefas investigativas multidisciplinares, oferecendo oportunidades de integração curricular ampliada. Schlosser, Aumell e Kilkenny (2023) demonstram que o uso de drones em ambientes híbridos amplia significativamente a percepção espacial dos estudantes, permitindo análises geoespaciais que aprofundam a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos. Em outra perspectiva, Félix-Herrán et al. (2022) evidenciam que desafios interdisciplinares com drones

ativam competências transversais (colaboração, criatividade, pensamento sistêmico) ao mesmo tempo em que sustentam aprendizagens conceituais robustas

Essa compreensão é coerente com a literatura mobilizada na dissertação e confirma que, ao final da formação, os professores passaram a atribuir ao drone um lugar estratégico nas práticas pedagógicas, não apenas como novidade tecnológica, mas como mediador com efetivo potencial formativo.

5.1.5 Considerações finais do tema “drone como recurso pedagógico”

A análise das quatro categorias que compõem o tema “Drone como recurso pedagógico”, evidencia que os professores passaram a compreender o drone como um recurso pedagógico legítimo, dotado de potencial para ampliar práticas de ensino de matemática e física. Esse entendimento não surge de maneira isolada, mas como resultado do processo formativo, no qual os docentes puderam experimentar, observar, programar e discutir coletivamente o uso dos drones, reconhecendo tanto suas possibilidades quanto os desafios envolvidos.

Na categoria “Amparo (apoio) para utilização de drone como recurso pedagógico”, os professores identificam o drone como ferramenta com capacidade de auxiliar, apoiar e fortalecer o processo de ensino. As falas mostram que o recurso é percebido como um instrumento que amplia possibilidades didáticas e contribui para tornar os conteúdos mais acessíveis, o que dialoga com a noção de Tecnologias Digitais como elemento de reconfiguração das práticas docentes, conforme apontado por Kenski (2013).

A categoria “Formas de uso do drone como recurso pedagógico” mostra que, ao elaborar planos de aula, os professores começam a estabelecer relações entre o drone e conteúdos matemáticos específicos, sobretudo por meio da programação em blocos, da exploração de deslocamentos, ângulos, medidas, perímetro e área, e da utilização do voo como mecanismo de visualização espacial. Esses usos refletem diretamente princípios da Robótica Educacional e da abordagem construcionista de Papert (Papert, 1985, 2008), segundo a qual artefatos programáveis permitem que os alunos aprendam por meio da ação e da experimentação com objetos concretos.

A categoria “Percepção do uso de drone como recurso pedagógico” revela que, após a formação, os professores avaliam o drone como viável, útil e aplicável, considerando fatores como ambiente, número de equipamentos, faixa etária adequada e condições de execução. Aqui, o drone deixa de ser visto apenas como novidade tecnológica e passa a ser percebido

como recurso que exige planejamento, ambientação e organização, o que está em consonância com a literatura sobre TD, que aponta a necessidade de intencionalidade pedagógica para evitar usos superficiais (Borba; Silva; Gadani, 2020).

Por fim, na categoria “Potencialidade da utilização de drone como recurso pedagógico”, os participantes atribuem ao drone um papel que extrapola a sala de aula tradicional, reconhecendo sua utilidade para exploração de conteúdos complexos, promoção da interdisciplinaridade, apoio a trilhas de aprofundamento e integração com projetos de vida. As falas reforçam que o drone tem capacidade de aproximar teoria e prática, de apoiar aprendizagens visuais e experimentais e de contribuir para a significação dos conteúdos, aspectos alinhados à perspectiva da aprendizagem significativa (Moreira, 2021) e às diretrizes da BNCC sobre o uso de tecnologias em percursos formativos integrados. Também evidencia que os drones possuem potencial para reduzir a abstração de conteúdos complexos, corroborando com a lacuna apontada por Hamido, Branco e Machado (2012). Essa redução da abstração também foi identificada por Zardo, Reis e Webber (2021), que observaram que estudantes compreenderam melhor fenômenos como aceleração, deslocamento e queda livre ao verem tais conceitos materializados no comportamento do drone.

Em conjunto, as quatro categorias mostram um movimento consistente: os professores deixam de enxergar o drone apenas como dispositivo tecnológico e passam a compreendê-lo como objeto de ensino-aprendizagem, capaz de promover experiências concretas, favorecer aprendizagens investigativas e reconfigurar práticas de ensino de matemática e física. Assim, o tema evidencia que a formação foi capaz de transformar percepções, ampliar repertórios e consolidar um entendimento mais robusto e fundamentado sobre o papel pedagógico dos drones na educação básica.

5.2 O uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional

O segundo a ser apresentado, “O uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional”, organiza os dados que tratam da relação entre o uso pedagógico dos drones e o desenvolvimento do pensamento computacional (PC). As unidades de análise mostram dois movimentos complementares: por um lado, professores que conseguem projetar o desenvolvimento do PC a partir da programação dos voos e da resolução de problemas com drones; por outro, registros que evidenciam lacunas conceituais e a necessidade de formação específica sobre PC, que serão discutidos na subseção seguinte.

Nas duas seções seguintes (5.2.1 e 5.2.2), apresentamos as percepções obtidas neste sentido, sendo que na primeira seção, o foco recai sobre as respostas e documentos em que os participantes descrevem como o pensamento computacional pode ser desenvolvido com o uso do drone. Na segunda, serão discutidas as percepções sobre a própria formação continuada em PC, incluindo desconhecimento, insegurança e ausência de tratamento explícito do tema em alguns planos de aula.

5.2.1 Desenvolvimento do pensamento computacional a partir do uso de drones com recurso pedagógico

As unidades de análise dessa categoria concentram respostas dos participantes que, ao serem questionados sobre pensamento computacional, conseguiram indicar estratégias concretas de trabalho com drones para promover seu desenvolvimento.

Em **38P4Q**, o participante afirma que o pensamento computacional pode ser desenvolvido por meio da programação dos voos do drone, articulando essa programação à aplicação de conteúdos e mencionando que é possível trabalhar as habilidades previstas na BNCC da área de computação. A unidade de análise sintetiza essa ideia como “Desenvolvimento do pensamento computacional por meio da programação dos voos”, indicando que o docente reconhece a programação como eixo estruturante do PC.

De modo semelhante, em **49P5Q**, outra participante aponta que, com o uso do drone, os estudantes podem ter contato com lógica de programação e envolver-se em situações reais, o que é registrado na unidade de análise como “Desenvolvimento do pensamento computacional por meio da utilização do drone como recurso pedagógico”. Já em **51P5Q**, as possibilidades ou pontos positivos associados ao drone são diretamente sintetizados como “Estímulo ao pensamento computacional”, evidenciando que a docente percebe o drone como um recurso que instiga os alunos a pensar em termos de sequência, planejamento e solução de problemas.

Em **60P6Q**, o participante destaca que o pensamento computacional pode ser trabalhado na criação de sequências lógicas para os voos do drone, reforçando a dimensão de decomposição e ordenação de passos presentes nas tarefas de programação. Essa ideia é coerente com o entendimento de que o PC envolve organizar instruções em sequência, testar e ajustar procedimentos, como discutido na fundamentação teórica à luz de Wing (2016) e da teoria construcionista derivada de Papert (1985, 2008).

Os registros provenientes da análise documental dos planos de aula confirmam que alguns participantes conseguiram levar essa compreensão para o planejamento didático. Em **87P4D** e **90P4D**, os planos são avaliados como tratando o pensamento computacional de forma clara, com unidades de análise que o descrevem como “Drone como recurso pedagógico para desenvolvimento do pensamento computacional”. Em **93P2D**, a análise indica que o pensamento computacional acaba sendo desenvolvido ao longo da aula, ainda que nem sempre de forma explicitada conceitualmente, por meio da necessidade de programar, testar e ajustar o comportamento do drone.

Quando confrontamos essas evidências com a fundamentação teórica, observa-se uma convergência importante:

- A programação dos voos, a criação de sequências e a necessidade de depuração de erros retomam diretamente os princípios do construcionismo de Papert (1985, 2008), em que o estudante aprende a programar, testar e corrigir suas criações;
- A ênfase em lógica de programação, sequências e resolução de problemas está em linha com as definições de pensamento computacional discutidas na dissertação (Wing, 2016; Brackmann, 2017), que o situam como um conjunto de habilidades cognitivas relacionadas à formulação de problemas e à construção de soluções executáveis;
- A referência explícita à BNCC (2018), feita por um dos participantes, mostra que há docentes que já percebem a possibilidade de articular o uso de drones com as habilidades de computação previstas no currículo, aproximando o trabalho com PC das normativas educacionais brasileiras.

Esse entendimento é reforçado por Cañas *et al.* (2020), que demonstram que plataformas educacionais baseadas em ROS (*Robot Operating System*) e ambientes de programação permitem que estudantes experimentem, testem e ajustem algoritmos em artefatos robóticos reais, vivenciando etapas do PC como decomposição, depuração e modelagem. De modo similar, Abichandani *et al.* (2024) evidenciam que workshops com drones resultam em ganhos concretos de percepção algorítmica, raciocínio sequencial e compreensão da lógica computacional envolvida em voos autônomos e semiautônomos.

Em síntese, esta categoria mostra que, embora o domínio conceitual de pensamento computacional não seja homogêneo entre os participantes, há um grupo de professores que consegue relacionar diretamente o uso de drones, especialmente por meio da programação de voos, ao desenvolvimento do PC, reconhecendo no drone um recurso privilegiado para

mobilizar sequências, lógica, depuração e resolução de problemas, em consonância com a literatura discutida no capítulo teórico.

5.2.2 Formação continuada sobre pensamento computacional

As unidades de análise desta categoria revelam um quadro consistente de desconhecimento conceitual, insegurança e ausência de tratamento explícito do pensamento computacional (PC) na prática docente e nos planos de aula elaborados durante a formação, contrastando com o que foi visto na seção anterior. Embora alguns participantes afirmem ter algum tipo de contato prévio com o termo, a análise detalhada evidencia que esse conhecimento é superficial, muitas vezes restrito a uma familiaridade nominal, sem domínio conceitual ou metodológico.

No questionário, aparecem inicialmente respostas que sugerem conhecimento prévio, como:

5P1Q: Sim. Utilizo em sala de aula.

16P2Q: Sim. Inclusive não tinha pensado nisso.

Contudo, ao verificar o teor das demais respostas e a forma como o PC aparece nos planos de aula, torna-se evidente que esse “sim” não indica domínio do conceito, mas apenas a sensação de ter ouvido falar ou de ter utilizado elementos associados ao PC sem reconhecê-los como tal.

Em contraste, outras unidades de análise deixam clara a ausência de compreensão sobre o tema:

27P3Q: Sim, acredito que o uso de drones tem suas limitações quanto alguns pensamentos computacionais avançados. Ajuda bastante para um pensamento inicial..

71P7Q: Já ouvi falar mas não me recordo.

Esses excertos mostram que, para uma parte dos participantes, o PC ainda não faz parte de seu repertório profissional, reforçando o que a literatura sobre tecnologias digitais e formação docente indica: a familiaridade com TD não garante compreensão dos conceitos estruturantes subjacentes a elas. Como argumenta Kenski (2015), a presença da tecnologia na escola não significa automaticamente sua integração crítica; é necessário um processo formativo que permita “compreender como pensar com a tecnologia”.

A análise documental dos planos de aula confirma essa lacuna. Em todos os registros da categoria, observa-se a ausência de tratamento explícito do pensamento computacional:

78P3D: Não tratou do pensamento computacional.

81P8D: Apesar de haver explicitamente a menção do Pensamento Computacional na unidade temática, nos procedimentos metodológicos ele não aparece explicitamente, ficando seu desenvolvimento condicionado ao contexto da aula.

84P2D: Não tratou do pensamento computacional.

102P4O: O pensamento computacional aparece como uma competência tecnológica não sendo dissociado.

Situação semelhante é identificada em estudos de formação docente com drones. Félix-Herrán *et al.* (2022) observam que, embora os participantes manipulem algoritmos e resolvam desafios práticos, muitos não reconhecem essas práticas como atividades estruturadas de PC, evidenciando lacunas conceituais entre fazer e compreender. Gu *et al.* (2022) também apontam que, sem aprofundamento teórico, professores tendem a interpretar drones como ferramentas operacionais e não como dispositivos epistêmicos que materializam processos computacionais.

Esses resultados evidenciam que, embora os professores tenham utilizado drones, elaborado roteiros de voo e planejado atividades envolvendo programação, o conceito de PC não foi compreendido ou nomeado como parte da ação pedagógica. Essa ausência de explicitação reforça argumentos presentes na fundamentação teórica:

- Wing (2016) enfatiza que o PC é mais do que programar, sendo necessário compreender os processos cognitivos envolvidos;
- Papert (1985, 2008) já alertava que programar sem refletir sobre os processos mentais associados limita a potência formativa da atividade;
- Moreira (2021) aponta que a aprendizagem significativa exige uma rede conceitual estável, que aqui ainda não estava presente.

No contexto da BNCC, que reconhece o PC como habilidade essencial a ser desenvolvida ao longo da educação básica, os dados mostram que ainda existe distância entre a proposição normativa e sua apropriação pelos docentes. A formação realizada, embora tenha introduzido conceitos e apresentado o drone como oportunidade de trabalhar lógica, sequências e depuração, não foi suficiente para consolidar uma compreensão robusta do pensamento computacional.

Em síntese, a categoria indica:

- Contatos prévios com o termo não se traduzem em compreensão conceitual;
- Há desconhecimento generalizado sobre PC, especialmente no que diz respeito aos seus elementos estruturantes;

- Os planos de aula não tratam explicitamente do PC, mesmo quando atividades realizadas poderiam, potencialmente, mobilizá-lo;
- A formação avançou na experimentação, mas não promoveu domínio conceitual, apontando a necessidade de ações formativas mais aprofundadas no tema.

Essas evidências ajudam a compreender a complexidade do processo formativo e reforçam a ideia de que trabalhar com drones não é, por si só, garantia de desenvolvimento do pensamento computacional, é preciso intencionalidade pedagógica e apropriação conceitual, conforme defendem Wing (2016) e Libâneo (2017) e os autores da literatura utilizada na dissertação.

5.2.3 Considerações finais do tema “o uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional”

As duas das categorias que compõem o tema revelam que a relação entre o uso de drones e o desenvolvimento do pensamento computacional (PC) é percebida pelos professores de forma incipiente, porém com sinais claros de potencial formativo. Esse cenário dialoga diretamente com Lobo *et al.* (2021), que demonstram que o desenvolvimento do pensamento computacional por meio de drones exige mediações explícitas, sobretudo no trabalho com lógica, sequências, depuração e construção de algoritmos, elementos que tendem a não emergir espontaneamente entre professores iniciantes. Os dados mostram que, embora alguns participantes tenham conseguido identificar elementos do PC nas atividades com drones, especialmente por meio da programação dos voos, da criação de sequências lógicas e da necessidade de testar e ajustar comandos, grande parte dos docentes ainda apresenta desconhecimento conceitual sobre o tema, o que impacta diretamente a clareza das propostas didáticas elaboradas.

Na categoria “Desenvolvimento do pensamento computacional a partir do uso de drones como recurso pedagógico”, aparecem excertos que reconhecem que o drone pode contribuir para mobilizar aspectos centrais do PC, como sequenciamento, lógica, experimentação e resolução de problemas. Alguns participantes destacam que a programação dos voos coloca o aluno diante da necessidade de organizar passos, antecipar resultados, resolver imprecisões e depurar comandos, aspectos que estão alinhados às definições de PC discutidas na fundamentação teórica a partir de Wing (2016) e da tradição construcionista de Papert (1985, 2008). Esse ciclo de planejar-programar-testar-depurar também foi observado por Voštinár, Horváthová e Klimová (2018), que identificaram que atividades com o drone

Airblock aproximam os estudantes de práticas fundamentais do pensamento computacional. Essas percepções mostram que o drone começa a ser visto como um objeto mediador que torna visível e concreto um conjunto de habilidades cognitivas que, para a maioria dos participantes, até então eram abstratas ou desconhecidas.

No entanto, a categoria “Formação continuada sobre pensamento computacional” evidencia que a compreensão conceitual do PC pelos professores ainda é limitada. Muitos participantes afirmam não conhecer o termo ou não saber como aplicá-lo pedagogicamente, e a análise dos planos de aula confirma que o PC não aparece explicitado na maioria das propostas. Mesmo quando os planos envolvem elementos que poderiam mobilizar o PC, como programação em blocos, criação de sequências de voo ou atividades de resolução de problemas, esses elementos não são reconhecidos nem nomeados como tal. Esse dado reforça a literatura que aponta que a simples utilização de tecnologias digitais não garante a apropriação conceitual de seus fundamentos (Kenski, 2003, 2013, 2015) e que o desenvolvimento do PC requer intencionalidade, clareza conceitual e mediação docente adequada.

Os achados do tema convergem com a fundamentação teórica da dissertação ao indicar que a construção do pensamento computacional não ocorre automaticamente com a inserção de tecnologias, mas depende de um processo formativo que possibilite aos professores compreender as dimensões epistemológicas envolvidas na programação, na análise de problemas e na criação de soluções. Nesse sentido, embora os drones tenham sido reconhecidos como um recurso promissor para fomentar práticas relacionadas ao PC, a formação analisada mostra que ainda há um caminho a ser percorrido para consolidar essa apropriação conceitual pelos docentes.

Em síntese, o tema “o uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional” revela:

- que o drone possui potencial significativo para apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional;
- que alguns professores já conseguem identificar elementos do PC nas atividades com drones;
- que o domínio conceitual do PC é, no entanto, limitado e desigual;
- que a ausência de tratamento explícito do PC nos planos de aula indica necessidade de aprofundamento formativo;

- e que o avanço dessa compreensão depende de formações continuadas mais sistemáticas, que articulem teoria, prática, programação e reflexão pedagógica.

Assim, o tema mostra que o drone funciona como ligação inicial para o pensamento computacional, mas que sua consolidação como estratégia pedagógica exige apropriação conceitual mais sólida e intencionalidade didática mais clara, conforme discutem Wing (2016), Papert (1985, 2008), Kenski (2003, 2013, 2015) e Borba, Silva e Gadanidis (2020).

5.3 Produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico

Este tema reúne excertos que evidenciam como a formação continuada e a produção de materiais estruturados desempenharam papel decisivo para que os professores pudessem compreender, planejar e vislumbrar o uso pedagógico dos drones. Os dados mostram que a apropriação dessa tecnologia não aconteceu apenas por meio de experimentação técnica, mas principalmente pela combinação entre formação continuada, reflexão coletiva e materiais de apoio que reduziram incertezas e forneceram diretrizes didáticas concretas.

O tema organiza os dados referentes às dimensões formativas envolvidas na apropriação do drone como recurso pedagógico. As unidades de análise mostram que a formação contribuiu para expandir o repertório dos professores em três eixos complementares:

- a) o uso pedagógico do drone;
- b) a produção de materiais didáticos; e
- c) a apropriação inicial de lógica de programação e programação em blocos.

Esses elementos funcionam, conjuntamente, como a base necessária para que o docente utilize o drone em sala de aula com intencionalidade e clareza, o que dialoga diretamente com o que Kenski (2013) e Borba, Silva e Gadanidis (2020) defendem sobre a integração planejada das Tecnologias Digitais na prática pedagógica, e que corrobora com a definição de recurso pedagógico de Eiterer e Medeiros (2010).

5.3.1 Formação continuada sobre o uso de drone como recurso pedagógico

As falas reunidas nesta categoria revelam que a formação contribuiu para reduzir inseguranças e ampliar a compreensão dos professores sobre normas, segurança, possibilidades de uso e integração curricular. Em **1P1Q**, o participante admite ter “muito pouco” conhecimento, e em **12P2Q** reforça que não possuía relação clara entre drone e

ensino. Ao longo da formação, esse cenário muda significativamente: em **35P4Q**, o docente afirma que “não sabia da necessidade de formação para operação de drones”, e em **24P3Q** destaca que as normas se tornaram mais claras e essenciais.

1P1Q: Muito pouco. Mas nunca havia pensado em pilotar um;

12P2Q: Pouco, sem a conexão com scratch;

24P3Q: Não. As normas de segurança são muito importantes e conforme o drone vai sendo utilizado, essas normas serão ainda mais relevantes e necessárias de serem discutidas.

35P4Q: Não conhecia, me chamou atenção, pois não sabia da necessidade de formação para operação de drones;

Há também indícios de uma ampliação da visão interdisciplinar. Em **44P4Q**, surge a reflexão sobre uso em artes, história e geografia, e em **22P2Q** destaca-se “*a importância do uso para outras áreas*”. Esses excertos mostram que os professores passaram a enxergar o drone como artefato educacional que ultrapassa a barreira dos conteúdos tradicionais, o que converge com Borba, Silva e Gadanidis (2020) quando abordam como as tecnologias digitais, em suas múltiplas formas de expressão e uso, promovem transformações nas formas tradicionais de ensinar.

Outro aspecto relevante são as expectativas por roteiros, exemplos e maior segurança para aplicar o recurso. O participante P1, durante uma conversa sobre o material fornecido e o primeiro módulo, enxertou a respeito de seus conhecimentos e suas expectativas referente a formação:

95P10: A gente até conversou na escola, foi com a P2, mas quando a gente falou do curso de drone, a gente achou que a gente ia chegar aqui, já ia ter a prática, eu ia aplicar nas minhas atividades de sala de aula. E aí, a gente viu que olhando o material, a gente viu que não dá para ser assim. Na hora, hoje eu vou dar uma aula de drone, vou ensinar como funciona. Não é. A gente tem que ter o fundamento. Se a gente for utilizar numa sala de aula, esse primeiro momento deles conhecerem o material é importante também. Porque, de repente, eles até sabem manusear o drone, sabem fazer imagens, mas será que sabem todo o funcionamento, todo aquele princípio, para que ele pode ser utilizado, mas será que eles sabem tudo isso? Como a gente também não sabe.

Esse excerto evidenciou o papel dos materiais para auxiliar a condução das aulas. Esse excerto mostra a necessidade de apoio pedagógico continuado, confirmando o argumento de Kenski (2015) de que tecnologias digitais exigem reorganização das práticas e não apenas aquisição do artefato.

Por fim, os participantes P2 e P4 (**124P2O** e **125P4O**) trazem reflexões críticas importantes.

124P2O: foi externada a preocupação de que mesmo o professor construindo aulas inovadoras com uso de tecnologias, estas aulas acabam se tornando apenas aula divertida não alcançando o propósito pedagógico de ensinar um conteúdo. O desafio é de conseguir fazer com que os alunos alunos assimilem a prática da sala com o conteúdo em si (conhecimentos associados);

125P4O: O participante no contexto de uma conversa sobre as possibilidades das tecnologias ele relata que “A gente vê que além de precisar de informação, precisar de um documento curricular, também precisa muitas vezes de uma mudança de paradigma. Muitas vezes a educação precisa dessa mudança. Eu trabalhei em lugares que tinham todos os recursos. Tinha o documento, tinha os equipamentos, tinha a informação, mas não tinha esse paradigma de entender a tecnologia como uma ferramenta de ensino”.

O primeiro alerta que o recurso pode se tornar “apenas uma aula divertida”, caso não haja articulação com conteúdos; o segundo reforça que “a tecnologia não garante melhora no ensino se não houver mudança de paradigma”. Essas falas convergem com Papert (1985, 2008), Kenski (2003, 2013, 2015) e a literatura da Robótica Educacional, que afirmam que tecnologias só transformam quando mediadas por práticas pedagógicas intencionais.

5.3.2 Produção de materiais para reduzir as incertezas do uso de drone como recurso pedagógico

As falas desta categoria evidenciam que a produção de materiais didáticos foi percebida pelos professores como elemento central para reduzir inseguranças e apoiar a implementação do drone em sala de aula. O participante P4, em **42P4Q**, ao responder sobre os suportes desejados para o uso de drones, o professor é direto:

42P4Q: Um material didático com sugestões de aulas e sequências didáticas.

Já para o participante P7, essa expectativa aparece novamente na forma de:

75P7Q: Materiais de apoio (planos de aula, guias e atividades).

Esses excertos mostram que os docentes não veem o drone como um recurso que possa ser simplesmente improvisado; ao contrário, reconhecem a necessidade de materiais estruturados que orientem o planejamento e a execução das aulas. A literatura converge com essa percepção. Abichandani *et al.* (2024) descrevem que o sucesso de formações em drone depende fortemente de materiais estruturados, guias de operação, sequências passo a passo, rubricas e checklists, que diminuam incertezas e elevam a confiança docente durante a

implementação. Faria (2021), em investigação no contexto brasileiro, reforça que tecnologias emergentes só se tornam pedagógicas quando acompanhadas de ecologias materiais que sustentem sua aplicação prática no cotidiano escolar.

Outras respostas reforçam esse quadro ao apontar dificuldades e limitações que os materiais podem ajudar a enfrentar. P3, no excerto **28P3Q**, ao mencionar os pontos negativos observados, indicando limitações operacionais que exigem orientação mais detalhada. P4, no excerto **39P4Q**, também aponta nesta direção, indicando a necessidade de uma maior orientação ao responder quais foram as maiores dificuldades encontradas:

28P3Q: Uso de curvas, o drone perde um pouco o equilíbrio com os vôos;

39P4Q: A preparação do espaço pode ser um desafio em unidades com estruturas menores.

Em **72P7Q**, as dificuldades aparecem associadas a:

72P7Q: Manusear o aparelho em um espaço pequeno e a programação.

Essas falas mostram que espaço físico, manuseio e programação são dimensões críticas do uso do drone que precisam ser consideradas no material de apoio.

Um outro ponto observado pelo participante P6, remete-se ao risco do drone ser apenas um objeto lúdico descontextualizado remetendo-se ao que já havia sido apontado por outros participantes e que foi discutido na seção anterior, sugerindo que os materiais também precisam ajudar a articular o aspecto lúdico com os objetivos de aprendizagem, evitando que a aula se reduza a entretenimento.

61P6Q: Muito lúdico para alguns alunos.

O participante P5 também ressalta a importância dessa produção ao explicitar que:

55P5Q: É importante ressaltar que todo esse trabalho com drones dentro da aula de matemática deve ter um planejamento bem detalhado para que não ocorra problemas na execução da atividade. Achei muito interessante que esse aspecto foi cobrado em um dos últimos capítulos da formação: Foi solicitado que nós criássemos uma sequência didática com o uso de drones.

Aqui, a própria formação aparece como espaço em que os docentes foram convidados a produzir sequências didáticas, o que reforça a perspectiva de que elaborar materiais não é um apêndice, mas parte central da formação continuada, alinhando-se aos pressupostos da pesquisa-formação (Josso, 2006; Nóvoa, 1992; Santos, 2019).

Um outro ponto destacado diz respeito a materiais pensando para conteúdos complexos indicando que a adaptação de conteúdos mais abstratos de matemática e física exige estudo, pesquisa e, por consequência, materiais que orientem esse processo.

30P3Q: Conteúdos complexos será algo desafiador e com um pouco mais de pesquisa e estudos, talvez seja possível adaptar.

As observações participantes também reforçam a importância de materiais diversificados. Em dois momentos os participantes sugeriram que os materiais precisam contemplar não apenas “o caminho ideal”, mas também os erros comuns e formas de corrigi-los, destacando a necessidade da produção de vídeos para tornar mais explícito e dinâmico os materiais, indicando não apenas questões referente a conteúdo, mas também sobre a forma dos materiais.

94P4O: A questão de blocks, a questão daquela programação bem... Que muitos alunos ainda não sabem. Apesar de a gente ter um século já de programação, a gente tem bastante computador, nós acreditamos que o aluno também sabe mexer no computador. Mas muitos alunos nunca pegou o computador, não sabem mexer no computador. Às vezes, não sabem nem ligar o computador. Então, isso acaba atrapalhando a aula. Então, a gente tenta aproveitar o máximo possível da nossa proposta, tentando não perder muito tempo com alguns erros, alguns problemas que acabam acontecendo.

123P2O: Participante externa que seria mais salutar produzir vídeos curtos dando instruções sobre como desenvolver determinadas atividades utilizando scratch e o drone, pois o material escrito seria pouco efetivo pois as pessoas não tem mais o hábito de leitura

No momento do fechamento do último módulo, durante uma conversa sobre os pontos fortes e fracos observados, os participantes reconhecem o impacto dessa formação. Eles destacaram o quão promissora foi, destacando a possibilidade de multiplicação para outros contextos, e o quanto foi motivador a prática.

126P1O: Pra quem pensou, nem vim do primeiro encontro, mas vou continuar. Quando a gente pensou no plano pra gente desenvolver a atividade, a gente conseguiu ver que é possível a gente desenvolver a atividade em sala de aula muito além da nossa realidade. Vai faltar tempo, a gente sempre falta, mas cabe a gente adaptar e eu acho que a gente consegue desenvolver pra muita gente.

127P2O: Eu achei que é bem interessante e quanto mais códigos a gente vai conhecendo aqui pra programação, mais interessante vai ficando. Vai havendo outras possibilidades e outros associando a outros programáticos. E é bem básico o conteúdo pra associação com o todo. E a motivação. E quanto mais coisas a gente aprender pra poder mostrar pra ele. Também na hora que surgiu as curiosidades deles, ah, eu quero fazer tal coisas, dá pra apresentar? é esse comando, vou pedir na IA pra ver como que faz, qual comando que pode usar. Dar pra associar a outros conhecimentos. É bem bacana.

Esses excertos se articulam com Kenski (2015) quando esta afirma que a integração de tecnologias digitais requer não apenas formação, mas também recursos que mediem o trabalho docente, e com Borba, Silva e Gadani (2020), que apontam a necessidade de criar novas materialidades (como e-books, planos de aula e sequências didáticas) que organizem a prática com tecnologias. Do ponto de vista da aprendizagem significativa, na linha de Moreira (2021), os materiais funcionam como mediadores que ajudam o professor a estabelecer relações entre os novos conteúdos (drones, programação, segurança) e os conhecimentos prévios dos estudantes. A BNCC (Brasil, 2018), ao exigir planejamento intencional das tecnologias no currículo, reforça a pertinência desse movimento.

5.3.3 Formação continuada a respeito de lógica de programação e programação em blocos

Os participantes reconhecem que o trabalho com drones exigiu um conjunto de conhecimentos prévios relacionados à lógica de programação, à organização sequencial de comandos, ao pensamento algorítmico e à compreensão de princípios básicos de robótica educacional. Em suas falas, fica evidente que operar e programar o drone envolve entender como o artefato interpreta instruções, executa trajetórias e responde a ajustes, o que demanda planejar, testar, identificar erros e refazer caminhos. Por isso, vários professores indicam que o contato com a programação em blocos lhes permitiu compreender melhor de que modo o drone “lê” os comandos, transforma esses comandos em movimento e se articula com conteúdos de matemática e física trabalhados durante a formação.

Esse movimento aparece, nas falas dos participantes P2 e P4 ao destacarem a necessidade mínima do professor saber fazer um algoritmo, conhecer lógica de programação, indicando que o uso do drone em aula pressupõe a construção de sequências de ações coerentes e o domínio de uma lógica que vai além da simples execução de comandos isolados.

117P20: no mínimo fazer um algoritmo, ter a lógica de programação pro algoritmo, porque quem tem a lógica de programação, mesmo que ela não saiba [...] a gente faz a lógica primeiro onde a gente quer chegar é o que ele precisa fazer. Ah, tem que fazer looping?! beleza! tem que?! e aí depois a linguagem de programação é que a gente vai adequando e pedindo ajuda.

122P30: eu acho que na maioria dos professores, é mais a programação mesmo. Nem todos tem o conceito de pensamento lógico e programação apesar que algumas pessoas têm necessidade mas eu acho que nunca teve contato e assim a gente não precisa ficar só a respeito das profissões de física e matemática [...] em relação a todos os elementos eu acho que a programação.

Nessa mesma linha, mas no viés da programação em blocos, os participantes P2, P3 e P4 apontam para a necessidade, tanto deles, quanto de seus alunos de conhecerem a programação em blocos, via scratch, por exemplo, evidenciando a interdependência entre familiaridade com a linguagem de programação em blocos e compreensão do comportamento do artefato robótico. Aponta que a maioria dos professores não domina nem a tecnologia nem a plataforma, mas que esta “facilita muito”, sinalizando que a programação em blocos pode atuar como porta de entrada para o trabalho com robótica em contexto escolar, e com drones, consequentemente.

111P2O: o participante deixa entender que os alunos deveriam ter conhecimento a respeito do Scratch para agilizar a utilização durante a programação do drone.

119P2O: eu também fiquei surpresa de ver a programação no scratch, porque eu imaginei que a gente ia pegar o mapa marcar os pontos igual quando faz no drone, eu marco os pontos e põe para o voar, e a gente fica só olhando, aí eu achei mais interessante que aí você, claro que não é o mesmo objetivo, mas realidade diferente, você tem que pensar subir, pra frente, virar à esquerda, virar à direita, você tem mais conceitos pra inserir e associar aos conteúdos.

103P4O: Então a aula, ela já tem aquela ideia de que o aluno já teria um certo conhecimento do scratch e também do drone.

Esses excertos dialogam diretamente com o que Papert (1985, 2008) defende ao tratar da robótica e das linguagens programáveis: ao programar artefatos manipuláveis, como robôs ou drones, professores e estudantes engajam-se em um ciclo de ação e reflexão, no qual a programação deixa de ser um conjunto abstrato de símbolos e se torna algo concreto, visível e testável. Cada comando inserido no ambiente de blocos repercute em um comportamento observável do drone, permitindo que o professor reflita sobre sua própria lógica, depure erros e reconstrua soluções, em um processo que se aproxima da perspectiva construcionista.

Nessa dinâmica, a aprendizagem assume um caráter ativo e experimental, o que se articula com a noção de aprendizagem significativa discutida por Moreira (2021), na medida em que novos conceitos se ancoram em experiências que fazem sentido para os participantes.

Ao reconhecerem a necessidade de compreender lógica, algoritmos e princípios de robótica educacional, os professores também evidenciam uma lacuna formativa presente nas escolas, especialmente no que se refere à familiarização com ambientes de programação e com dispositivos programáveis.

Esse reconhecimento dialoga com a BNCC e com as normas brasileiras voltadas à educação (Brasil, 1996, 2018, 2022a, 2023c), que incorpora elementos do pensamento computacional e enfatiza a resolução de problemas, a criatividade, a construção de algoritmos

e a experimentação como práticas desejáveis ao longo da educação básica. Nos excertos analisados, os docentes indicam que a formação ofereceu um espaço relativamente protegido para experimentar, errar, depurar e reconstruir estratégias com drones, vivenciando na prática etapas típicas da Robótica Educacional. Esse movimento é fundamental para que, em um momento posterior, essas experiências possam ser transpostas para o contexto da sala de aula com estudantes, em propostas de ensino de matemática e física que integrem programação, robótica e investigação.

5.3.4 Considerações finais do tema “produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico”

A análise das três categorias que compõem este tema evidencia que a inserção pedagógica dos drones não depende apenas do domínio técnico do equipamento, mas de um processo formativo que articula conhecimento, mediação e segurança. Os dados mostram que os professores partiram de um cenário inicial marcado por desconhecimento ou familiaridade superficial com drones, avançando para uma compreensão mais ampla das normas, das possibilidades de uso e dos limites práticos e pedagógicos envolvidos. Esse movimento confirma o que Kenski (2013, 2015) discute ao afirmar que a integração das Tecnologias Digitais exige reorganização das práticas, planejamento intencional e reflexão crítica sobre os objetivos da ação docente.

A formação continuada ofereceu esse espaço de reorganização ao possibilitar que os participantes compreendessem o drone como objeto de ensino, em vez de mero artefato tecnológico. Moon e Ock (2023) confirmam que professores iniciantes necessitam compreender fundamentos de segurança, operação e planejamento antes de utilizarem drones como mediadores de aprendizagem, reforçando que formações estruturadas em progressão gradual são essenciais para apropriação pedagógica consistente. Ao reconhecerem a necessidade de planejamento, de roteiros, de sequências didáticas e de materiais de apoio, os professores evidenciam que o uso do drone requer mediações sistemáticas, convergindo com a noção de “materialidades digitais” de Borba, Silva e Gadanidis (2020), segundo a qual tecnologias como o drone só se tornam pedagógicas quando acompanhadas de artefatos que orientem sua apropriação.

A produção de materiais estruturados, como planos, sequências didáticas, guias e vídeos, e o próprio e-book, desempenha papel central nesse processo, reduzindo inseguranças e ajudando os professores a visualizar como o drone pode ser integrado ao currículo. Esses

materiais funcionaram como mediadores entre teoria e prática, permitindo que o professor conectasse conteúdos de matemática e física ao uso do drone, conforme propõe Moreira (2021) ao tratar da aprendizagem significativa.

Por fim, a formação em lógica de programação e programação em blocos revelou-se essencial para que os professores compreendessem o drone como artefato programável, característico da Robótica Educacional. Ao engajarem-se em atividades de construção de algoritmos, testes e depuração, os docentes vivenciaram práticas próximas às defendidas por Papert (1985, 2008), nas quais o conhecimento emerge da experimentação e da reflexão sobre a ação. Essa vivência também dialoga com as competências da BNCC (Brasil, 1996, 2018, 2022a, 2023c) relacionadas ao pensamento computacional, à resolução de problemas e ao uso responsável das tecnologias.

Em síntese, o tema demonstra que a inserção dos drones como recurso pedagógico depende da articulação de três pilares:

- a) formação continuada que aborde normas, segurança, operação e possibilidades didáticas;
- b) produção de materiais estruturados que orientem a prática e reduzam incertezas;
- c) apropriação inicial da lógica de programação, condição para que o drone seja compreendido não apenas como objeto de demonstração, mas como ferramenta de investigação e construção de conhecimento.

Esses elementos, juntos, criam as condições necessárias para que o drone se torne, de fato, um recurso pedagógico significativo no ensino de matemática e física, superando usos superficiais e sustentando práticas mais integradas, críticas e alinhadas às exigências contemporâneas da educação básica.

5.4 Análise dos planos de aula elaborados pelos professores

Ao final da análise dos temas e categorias, apresentam-se os planos de aula produzidos pelos professores durante a formação, os quais funcionaram simultaneamente como subsídios para o processo indutivo e como produtos formativos. Esses planos retroalimentam a própria proposta de formação e o e-book elaborado, já que um deles foi incorporado à versão final do material, evidenciando o caráter integrativo da pesquisa-formação.

Como estratégia para padronização dos planos de aula foi fornecido um documento modelo, com um plano de aula preenchido e outro em branco para servir de inspiração e ao

mesmo tempo, padronizar o que se esperava como resultado conforme demonstrado no Apêndice E. O plano proposto deveria ter as seguintes informações:

- 1) identificação do professor;
- 2) se, é um plano de aula ou uma sequência didática;
- 3) informações referente a aula, contendo número de aula, título, tema, turma, duração e componente curricular;
- 4) atividade problema;
- 5) competência(s) geral(is) da BNCC;
- 6) competência(s) específica(s) da BNCC;
- 7) habilidade(s) da BNCC;
- 8) unidade(s) temática(s);
- 9) objetivo(s) de conhecimento;
- 10) objetivo geral;
- 11) objetivo(s) específico(s);
- 12) material(is) ou recurso(s) necessário(s);
- 13) material(is) auxiliar(es);
- 14) avaliação;
- 15) procedimento(s) metodológico(s)/desenvolvimento.

Como resultado, os participantes forneceram um total de 6 planos de aula, sendo que dois não estavam no padrão, não contemplando todas as informações propostas, e destes dois, um foi elaborado em grupo com 3 participantes.

Para fins analíticos, os planos foram agrupados em cinco conjuntos:

- P3 - “Drone em Ação: As Leis de Newton no Ar”, voltado à Física no 1º ano do Ensino Médio;
- P8 - “Mapeando Terrenos com Drones: Proporção, Escala e Medidas Reais”, voltado à Matemática no 9º ano;
- P8 - “Programação e Geometria Aplicada à Drones”, voltado a introdução da programação via bloco, integrados a conceitos de geometria e medidas com operação de drones;
- P1, P2 e P6 - “Plano de reconhecimento e coleta de sementes com drone”, com foco em Ciências da Natureza e Matemática;
- P4 - Dois planos de Matemática com programação e drone:
 - “Explorando os Ângulos com Drone”, para o 4º ano;

- “Programando voos - Adição, Subtração, Perímetro e Área com Drone no Scratch”, para o 5º ano.

A leitura comparativa desses materiais permitiu identificar regularidades e diferenças significativas relacionadas à apropriação do drone, aos conteúdos escolares selecionados, ao tipo de atividade desenvolvida e ao modo como cada professor articulou o referencial da formação. A análise a seguir organiza esses elementos em três eixos.

5.4.1 Apropriação do drone como recurso pedagógico

Os planos evidenciam quatro formas distintas de apropriação pedagógica do drone, coerentes com as discussões realizadas na formação e com os temas já analisados neste capítulo. Yepes, Barone e Porciuncula (2022) identificam processo semelhante ao observar que drones podem assumir funções de modelagem, investigação, navegação espacial e coleta de dados, categorias que se alinham fortemente às formas de apropriação mapeadas nos planos produzidos durante a formação.

A primeira forma refere-se ao drone como sistema físico. No plano “drone em ação: as Leis de Newton no ar”, o drone é tratado como corpo sujeito à ação de forças. A atividade-problema, situada em um contexto de produção de vídeos para redes sociais, desloca o foco do equipamento enquanto novidade tecnológica para sua condição de sistema físico: o drone sobe, desce, permanece em voo estacionário e sofre perturbações de vento. As Leis de Newton são mobilizadas para explicar essas situações, o que indica uma apropriação em que o drone funciona como materialização de conceitos abstratos (força resultante, inércia, ação e reação), articulando teoria, simulação e prática experimental.

A segunda forma diz respeito ao drone como ferramenta de medição e modelagem matemática. No plano “Mapeando terrenos com drones: proporção, escala e medidas reais”, o drone assume a função de instrumento de coleta de dados espaciais. Imagens aéreas de um terreno são usadas para produzir uma planta em papel milimetrado, com definição de escala e transposição de medidas reais para representações reduzidas. Aqui o drone atua como mediador entre o espaço físico e o espaço representado, aproximando matemática, planejamento urbano e tecnologia. Trata-se de uma apropriação modeladora, na qual o recurso digital é fundamental para a construção de significados em torno de escala, proporção e grandezas.

Uma outra forma de apropriação do uso de drones diz respeito ao drone como ferramenta operativa e tecnológica aplicada. No conjunto de planos voltados ao

reconhecimento arbóreo e à coleta de sementes, o drone é mobilizado para identificar espécies, planejar o momento adequado da coleta, posicionar uma garra, capturar e remover frutos ou sementes e realizar o manuseio pós-coleta. A ênfase recai sobre a operação do equipamento e a execução segura das etapas de trabalho de campo. Embora haja espaço para explorações matemáticas (medidas, estimativas, trajetórias) e físicas (forças, estabilidade, sustentação), esses conteúdos não aparecem explicitados. Ainda assim, o uso do drone é coerente com um enfoque tecnológico e ambiental, aproximando os estudantes de práticas de conservação e pesquisa.

Por fim, a última forma a ser identificada nos planos de aula obtidos, é o drone como agente programável e elemento de exploração geométrica e aritmética. Nos dois planos de Matemática elaborados pelo participante P4, o drone aparece articulado à programação em Scratch e à exploração de conteúdos geométricos e aritméticos.

Em “Explorando os ângulos com drone”, o foco recai nos giros em graus (45° , 90° , 135° e 180°) e na identificação de ângulos nulo, agudo, reto, obtuso e raso. O drone é o personagem do Scratch e é usado para tornar visível o giro, estabelecendo uma ponte concreta entre comando de programação, movimento e conceito matemático de ângulo.

Em “Programando voos - adição, subtração, perímetro e área com drone no scratch”, o drone é inserido num contexto de agricultura de precisão: deslocamentos do equipamento representam somas e subtrações de distâncias, enquanto figuras construídas em malha quadriculada permitem investigar relações entre área e perímetro. O plano propõe desafios em que os alunos precisam programar o drone (via Scratch) para percorrer percursos definidos, calcular deslocamentos e comparar figuras de mesma área com perímetros diferentes e vice-versa.

Nesses dois casos, o drone é apropriado como agente programável, conectado diretamente ao pensamento computacional e à geometria. O recurso não aparece apenas como “ilustração tecnológica”, mas como parte estrutural da tarefa matemática, o que reforça a intencionalidade pedagógica discutida ao longo da formação.

Em síntese, a diversidade das apropriações indica que os professores passaram a enxergar o drone como um recurso com múltiplas funções pedagógicas, sistema físico, instrumento de medição, ferramenta de campo e objeto programável, e não apenas como tecnologia de entretenimento ou dispositivo complexo de operação restrita.

5.4.2 Articulação entre drone e conteúdos de matemática e física

A análise da relação entre o drone e os conteúdos escolares evidencia diferentes níveis de profundidade conceitual e formas variadas de inserção no currículo. O plano de aula que tratou Física para o 1º ano do Ensino Médio articula as três Leis de Newton com situações de voo do drone. A proposta combina revisão conceitual, análise de situações-problema, uso de simulador (PhET: Forças e Movimento) e demonstração prática com o equipamento. O drone é o elemento que liga a explicação teórica às observações experimentais, permitindo que conceitos como força resultante, aceleração e pares ação-reação sejam discutidos no contexto de manobras de subida, descida, voo estacionário e compensação de rajadas de vento.

Esse tipo de articulação entre Física e drones encontra paralelo em Peace e Jess (2022), que mostram como microdrones permitem analisar forças reais, variações de estabilidade e efeitos de perturbações ambientais, fenômenos diretamente associados às Leis de Newton, permitindo investigar conceitos dinâmicos de forma situada e concreta.

Já no plano de aula de Matemática para o 9º ano, o conteúdo de escala e proporção é desenvolvido a partir de um problema de mapeamento de área para construção de um parque urbano. O drone é utilizado para obter imagens aéreas do espaço, que depois são convertidas em planta em papel milimetrado com escala definida. O plano explicita a relação entre medidas reais e representação, convoca a discussão de grandezas e medidas e promove a construção de um modelo gráfico do terreno. A tecnologia é condição para a atividade acontecer como proposta, já que é a vista aérea que viabiliza a modelagem.

Nos planos de aula que trataram conteúdos matemáticos, ângulos, giros, adição, subtração, área e perímetro, voltados ao público de 4º e 5º ano, a articulação entre drone e conteúdos matemáticos é bastante explícita.

Em “Explorando os ângulos com drone”, os comandos de giro no Scratch e no drone Tello permitem que os alunos associem valores em graus a tipos de ângulos e frações de volta ($1/4$, $1/2$). O plano explora diretamente a unidade temática de Geometria, articulando representações numéricas, visuais e corporais (simulações, giros do drone e registros em ficha).

Em “Programando voos - adição, subtração, perímetro e área com drone no Scratch”, a Matemática aparece de forma ainda mais integrada:

- adição e subtração são trabalhadas por meio de deslocamentos do drone (“anda 50 cm, recua 20 cm”);

- perímetro e área são explorados com a construção de figuras em malha quadriculada, comparando casos de mesmo perímetro e áreas diferentes e de mesma área e perímetros distintos;
- o contexto de uma plantação de cana-de-açúcar permite discutir aplicações em agricultura de precisão.

Nesse segundo plano, o drone e o Scratch constituem o ambiente em que os problemas matemáticos são formulados e resolvidos, e não apenas ilustrações acessórias. A sequência explicitamente demanda cálculo, estimativa, registro e reflexão, articulando Números, Geometria e Pensamento Computacional.

Por fim, o plano que trata do reconhecimento arbóreo e coleta de sementes apresenta a ideia de reconhecimento de espécies e coleta de sementes com garra acoplada ao drone, os conteúdos de Matemática e Física aparecem de forma implícita. Há menção a fenologia, planejamento da coleta, uso da câmera e controle da garra, o que abre espaço para medir distâncias, estimar alturas, discutir forças envolvidas, tempo de voo e estabilidade. Porém, esses aspectos não são explicitados como objetos de conhecimento nos planos. Além disso, as funcionalidades de garras proposta precisam ser avaliadas, pois do ponto de vista pedagógico, esse tipo de dispositivo não está disponível.

De modo geral, os planos mostram que a formação favoreceu não apenas o uso do drone em sala de aula, mas também a integração de conteúdos curriculares com a tecnologia, especialmente nos casos em que a Matemática é trabalhada em estreita relação com a programação, com a modelagem de situações reais e com a investigação de propriedades geométricas e numéricas.

5.4.3 Pilares segurança, operação, aprendizagem ativa e pesquisa

Considerando os quatro eixos discutidos na formação (segurança, operação, aprendizagem ativa e pesquisa/investigação) a análise dos planos indica apropriações diferenciadas:

- a) Segurança:
 - i) Em P8 e nos planos de P4, há referência à organização dos grupos, ao espaço delimitado e à necessidade de cuidado com o equipamento;
 - ii) Nos planos de coleta (P1, P2, P6), o foco está mais no manuseio da garra e no transporte das sementes, sugerindo cuidado com o produto da coleta e com o

equipamento, embora protocolos específicos de segurança de voo não sejam detalhados;

- iii) Em P3, a segurança está implícita no modo como o drone é operado durante demonstrações de voo e análise de forças.

b) Operação:

- i) Nos planos de reconhecimento arbóreo, a operação é central: posicionar o drone, manobrar a garra, capturar e transportar frutos;
- ii) Em P3 e P8, a operação aparece articulada à compreensão conceitual (manobras de voo relacionadas a forças, voos para obtenção de imagens para a planta).
- iii) Nos planos do participante P4, a operação se vincula diretamente à programação: os comandos do Scratch correspondem aos movimentos do drone, reforçando a ideia de agente programável.

c) Aprendizagem ativa:

- i) Todos os planos propõem situações-problema contextualizadas (produção de vídeos, mapeamento de terreno, inspeção de plantação, coleta de sementes, exploração de ângulos);
- ii) Os estudantes são convocados a investigar, tomar decisões, registrar dados e resolver problemas, o que se alinha às metodologias ativas discutidas na formação.

d) Pesquisa/investigação:

- i) Em P3 e P8, a investigação aparece de modo mais explícito: há coleta, análise e interpretação de dados experimentais ou espaciais;
- ii) Nos planos de P4, a investigação assume a forma de exploração de trajetórias, giros e configurações de área/perímetro, a partir de desafios que exigem testar hipóteses e comparar resultados;
- iii) Nos planos de reconhecimento arbóreo, há um viés investigativo associado à botânica e à conservação, ainda que não centrado em Matemática e Física.

O conjunto dos planos demonstra que os pilares segurança, operação, aprendizagem ativa e pesquisa foram incorporados pelos professores em diferentes combinações, mas com coerência em relação à proposta formativa. Slater (2024) aponta que segurança e legislação são pilares inaugurais no ensino de drones, enquanto Pergantis e Drigas (2024) ressaltam que

muitas escolas falham justamente por não incorporar protocolos de segurança e diretrizes claras, reforçando a pertinência da presença desses eixos na formação analisada.

5.4.4 Evidências de transformação docente no contexto da pesquisa-formação

Ao considerar os planos de forma integrada, emergem evidências de transformação na maneira como os professores se relacionam com os drones, com os conteúdos curriculares e com a própria prática pedagógica. Para a análise foi desprezado as características que o drone deveria ter para atender a proposta do plano de aula para fins de avaliar como os professores ilustram o que estão vivenciando durante a formação.

Em primeiro lugar, observa-se uma mudança de foco: o drone deixa de ser percebido apenas como tecnologia distante ou de difícil aplicação em sala de aula e passa a ser concebido como recurso que produz oportunidades concretas de ensino de Matemática e Física, de trabalho interdisciplinar e de engajamento estudantil.

Em segundo lugar, a diversidade das propostas, que vão da mecânica clássica à geometria, da modelagem de terreno ao contexto agrícola, da coleta de sementes à exploração de ângulos e operações aritméticas, indica uma ampliação do repertório didático e da capacidade de articular conteúdos escolares a problemas contextualizados. Os professores, ao elaborarem planos autorais, demonstram que passaram a reconhecer o drone como tecnologia capaz de mediar novas formas de representação, experimentação e modelagem, em consonância com as discussões sobre Tecnologias Digitais na fundamentação teórica.

Por fim, o fato de que esses planos foram produzidos pelos próprios participantes, a partir da vivência formativa, reforça o caráter de pesquisa-formação da investigação: os produtos elaborados não são apenas evidências do que foi aprendido, mas também elementos que retroalimentam a proposta formativa e o material didático construído (e-book), revelando um processo em que formação, pesquisa e produção de recursos se entrelaçam.

Esse movimento também encontra respaldo em McKee e Hashemi-Beni (2020), que observaram fenômeno semelhante em projetos colaborativos com drones: à medida que professores e estudantes atuam como coautores de investigações com UAVs, emergem mudanças na compreensão do conteúdo, maior autonomia docente e ampliação das práticas pedagógicas investigativas. Esses achados convergem com a transformação evidenciada entre os participantes desta formação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo “Investigar o uso do drone como recurso pedagógico para o ensino de matemática e física na percepção dos professores da educação básica em Barra do Bugres”. Partiu-se da questão norteadora: como o drone pode ser incorporado como recurso pedagógico no ensino de Matemática e Física no contexto de uma formação continuada com professores da educação básica, considerando as evidências presentes na literatura e as percepções dos professores sobre suas potencialidades e desafios? Para isto, buscou-se mapear trabalhos acadêmicos e científicos sobre drones no contexto educacional, trazendo à luz possibilidades e desafios da utilização desse recurso em sala de aula e identificando quais conteúdos de Matemática e Física podem ser ensinados a partir dele, definindo sua aderência e pertinência para uma formação pedagógica. Consequente, pretendeu-se propor planos de aula com drones para o ensino dessas disciplinas na educação básica, sob a perspectiva de professores em formação, findando com a descrição das potencialidades e dos desafios apontados pelos participantes.

A revisão da literatura mostrou-se promissora, revelando iniciativas internacionais que exploram drones em práticas investigativas, projetos STEM/STEAM, visualização espacial, modelagem de fenômenos físicos e atividades orientadas ao desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas. Contudo, no Brasil, identificou-se uma lacuna, sobretudo no que se refere a estudos longitudinais e iniciativas voltadas especificamente ao ensino de Matemática e Física com drones, bem como à formação docente para esse propósito. Essa lacuna justifica a relevância da presente investigação e reforça a necessidade de consolidar a discussão sobre drones no âmbito da Robótica Educacional.

A partir dos dados produzidos durante a formação continuada, emergiram três temas centrais: drone como recurso pedagógico; uso pedagógico dos drones como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional; e produção de materiais e formação continuada como estratégia para inserção dos drones como recurso pedagógico. Esses temas responderam diretamente à questão norteadora e evidenciaram que o uso de drones vai além da manipulação técnica do equipamento ao envolver processos de experimentação, construção de significados, resolução de problemas e articulação entre algoritmos, movimento e representação matemática e física .

Os resultados obtidos indicam que drones podem, sim, ser utilizados como recurso pedagógico para o ensino de Matemática e Física, configurando-se como tecnologia dinâmica, interativa e capaz de ampliar possibilidades de ensino e aprendizagem. A análise dos planos e das percepções dos docentes evidenciou que os drones se constituem também como recurso interdisciplinar, com potencial para ser explorado em outras áreas além daquelas delimitadas nesta pesquisa. Os conteúdos possíveis, conforme discutidos nos dados, incluem geometria, trigonometria, medidas, proporções, ângulos, área e perímetro, bem como conceitos de dinâmica e cinemática. Ainda assim, reconhece-se que o tempo reduzido da formação não permitiu aprofundar sistematicamente todos esses conteúdos, apontando para a necessidade de sequências didáticas mais extensas.

No que diz respeito ao pensamento computacional (PC), observou-se uma dicotomia evidente. Os dados revelaram, por um lado, a necessidade de formação prévia dos professores sobre os conceitos de PC e, por outro, a percepção clara de que drones, enquanto recursos pedagógicos, podem favorecer o desenvolvimento dessa competência. Entretanto, verificou-se que, mesmo entre os participantes que conheciam tais conceitos, houve dificuldades para integrar o PC às práticas pedagógicas de forma concreta e mensurável. Isso demonstra a relevância de formações específicas sobre PC, lógica de programação e programação em blocos, dimensões essenciais da Robótica Educacional, as quais possibilitam que o drone seja compreendido não apenas como objeto tecnológico, mas como artefato epistemológico que articula linguagem algorítmica e construção de conhecimento.

A produção de materiais relacionados ao uso de drones na educação emergiu como aspecto decisivo para mitigar inseguranças docentes. O desenvolvimento do e-book “Dando Hélices à Imaginação: O uso de drones como recurso pedagógico”, fundamentado na pesquisa-formação, estruturou conhecimentos técnicos, legais e pedagógicos, colaborando para que os professores compreendessem o drone como dispositivo robótico voltado à mediação pedagógica. Os dados sugerem que materiais formativos desse tipo cumprem papel semelhante ao dos “objetos para pensar” de Papert (1985): atuam como mediadores entre teoria, prática e reflexão crítica, fortalecendo a autonomia docente para explorar recursos inovadores em sala de aula.

Retomando o primeiro tema, “drone como recurso pedagógico”, destaca-se que, embora os professores tenham reconhecido o potencial do equipamento e se sentido mais aptos ao uso, sua efetiva inserção em sala de aula depende de apoio institucional das escolas, especialmente no que diz respeito à disponibilidade de equipamentos, espaços adequados e

condições operacionais. Assim, fica evidente que práticas inovadoras envolvendo drones enquanto Robótica Educacional não se sustentam apenas pela iniciativa individual do professor: requerem suporte, investimento e políticas de incentivo por parte da gestão escolar.

Outro aspecto relevante refere-se à relação entre intencionalidade pedagógica e escolha do equipamento. Drones que permitem programação em blocos, como o Tello, utilizado na formação, mostraram-se mais adequados ao contexto educacional, embora possuam limitações tecnológicas e estejam atualmente fora de linha, o que dificulta sua aquisição. A ausência de testes com modelos alternativos impede afirmar sua aderência às práticas propostas. Tal cenário reforça a necessidade de avaliações sistemáticas sobre diferentes drones, considerando critérios técnico pedagógicos fundamentais para a Robótica Educacional, como estabilidade, níveis de autonomia, APIs disponíveis e compatibilidade com plataformas utilizadas pelas escolas, como os Chromebooks.

A pesquisa apoiou-se na perspectiva de Malec (2001), ao compreender os drones como dispositivos robóticos para a educação, destinados à aprendizagem de conteúdos curriculares e não apenas ao desenvolvimento de habilidades próprias da robótica como fim em si mesma. Essa distinção orientou a formação e as análises, enfatizando o drone como mediador de situações didáticas nas quais o estudante age, experimenta, formula hipóteses e constrói significados, movimento coerente com princípios da Robótica Educacional e do construcionismo.

Como aspectos desafiadores destaca-se o pouco número de participantes durante a formação, mas sem comprometer a produção de dados e os resultados, e também o impacto que esta formação pode trazer para as escolas em função da disponibilidade de infraestrutura, como drones e computadores, necessária para as atividades.

Como sugestões para continuidade e ampliação desta pesquisa, temos:

- formação de professores de outras áreas, ampliando o escopo interdisciplinar do uso de drones;
- formações específicas para desenvolvimento do pensamento computacional, lógica de programação e programação em blocos com drones;
- produção de materiais didáticos que integrem drones ao ensino de diferentes conteúdos;
- elaboração de materiais comparativos sobre a utilização de drones na educação, analisando potencialidades e limitações;

- estudos de caso de aplicação dos planos em sala de aula, visando aferir o alcance das formações;
- desenvolvimento de drones programáveis a partir de tecnologias nacionais;
- desenvolvimento de soluções de programação em blocos compatíveis com Chromebooks e demais dispositivos utilizados pelas escolas públicas.

Em síntese, esta investigação permite afirmar que os drones são mais um recurso pedagógico para contribuir com o ensino de Matemática e Física, podendo ampliar repertórios docentes e estimular práticas investigativas, experimentais e interdisciplinares. A integração entre drones e Robótica Educacional se mostrou especialmente fértil ao promover aprendizagens ancoradas na experimentação, na construção ativa de conhecimento e no desenvolvimento de habilidades computacionais e científicas. O sucesso dessa integração, entretanto, exige formação adequada, intencionalidade pedagógica clara, suporte institucional e infraestrutura compatível. Conclui-se, assim, que o futuro da educação depende das escolhas que fazemos no presente e que, com os drones, podemos de fato “dar hélices à imaginação” e possibilitar que nossos estudantes alcem voos cada vez mais altos em suas aprendizagens.

REFERÊNCIAS

- ABICHANDANI, Pramod *et al.* Artificial intelligence and computer vision education: Codifying student learning gains and attitudes. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, [s. l.], v. 5, p. 100159, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000383>. Acesso em: 28 set. 2024.
- ABICHANDANI, Pramod *et al.* Competition-based active learning instruction for drone education. **Interactive Learning Environments**, [s. l.], v. 32, n. 5, p. 1795–1813, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2128821>. Acesso em: 28 set. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DA AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. **Orientações para usuário de drones**. 1. ed. Brasília, DF: Assessoria de Comunicação Social – ASCOM, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.
- ALVARADO PRADA, Luis Eduardo; LONGAREZI, Andréa Maturano. Pesquisa-formação de professores nas dissertações, teses: 1999-2008. **Revista Pedagógica**, [s. l.], v. 14, n. 29, p. 353, 2013. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/1456>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- ANDRADE, Fabiana; RAMALHO, Nicolas Rocha Januário. Uma proposta para o ensino de robótica no Ensino Médio: : a transição do kit Lego para o Arduino. **Informática na educação: teoria & prática**, [s. l.], v. 27, n. 1, 2024. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/136723>. Acesso em: 11 set. 2024.
- AULER, Isabel Cristina Pereira; SANTOS, George França Dos; CERICATTO, Soely Kunz. O PAPEL DO PROFESSOR E OS DESAFIOS NO CONTEXTO DA CIBERCULTURA. **InterScience Place**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 149–169, 2016. Disponível em: <http://www.inter-scienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/584>. Acesso em: 12 set. 2024.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 1ªed. Porto Alegre, RS: Penso, 2018. (Desafios da Educação). Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788584291168/>. Acesso em: 8 out. 2024.
- BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre, RS: Penso, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788584290499>. Acesso em: 8 out. 2024.
- BARATA, Cláudia; MATOS, João Filipe. Uso de objetos tangíveis programáveis na aprendizagem da programação. **REVISTA INTERSABERES**, [s. l.], v. 14, n. 31, p. 109–128, 2019. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberres/index.php/revista/article/view/109>. Acesso em: 5 out. 2024.

BARBOSA E SILVA, Rodrigo; BLIKSTEIN, Paulo (org.). **Robótica educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**. Porto Alegre, RS: Penso, 2020. (Tecnologia e Inovação na educação brasileira). Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788584291892/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida - uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Ltc-Livros Tecnicos E Cientificos Editora Ltda, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521630876/>. Acesso em: 7 out. 2024.

BHUYAN, Jay *et al.* Aerial Drone: an Effective Tool to Teach Information Technology and Cybersecurity through Project Based Learning to Minority High School Students in the U.S. **TechTrends**, [s. l.], v. 64, n. 6, p. 899–910, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00502-7>. Acesso em: 28 set. 2024.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BOLICK, Madeleine McMillan; MIKHAILOVA, Elena A.; POST, Christopher J. Teaching Innovation in STEM Education Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). **Education Sciences**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 224, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/3/224>. Acesso em: 22 jul. 2024.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues da; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 3. ed. São Paulo: Autêntica, 2020. (Tendências em educação matemática). Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 15 set. 2024.

BORGES, Naftale de Sousa. **Utilização de drones para o ensino de cinemática e leis de Newton: uma sequência didática**. 2022. 92 f. Dissertação - Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, 2022. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=13673620. Acesso em: 1 out. 2025.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese de Doutorado (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 6 out. 2024.

BRASIL. **Base nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

BRASIL. **Computação: Complemento à Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2022a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Acesso em: 14 ago. 2024.

BRASIL. **Despacho de 30 de setembro de 2022, que homologa o Parecer CNE/CEB nº**

2/2022, da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação, favorável à aprovação das normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à Base Nacional Comum Curricular - BNCC. 3 out. 2022b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-de-30-de-setembro-de-2022-433295144>. Acesso em: 27 abr. 2025.

BRASIL. Instrução do Comando da Aeronáutica, ICA 100-40, Reeditada em 03 de julho de 2023. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves não Tripulada e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. 3 jul. 2023a. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/version/1542>. Acesso em: 9 jan. 2025.

BRASIL. Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. 20 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm. Acesso em: 18 set. 2024.

BRASIL. Lei Federal nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Plano Nacional de Educação - PNE. 25 jun. 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 18 set. 2024.

BRASIL. Manual do Comando da Aeronáutica, MCA 56-2, Reeditada em 03 de julho de 2023. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves Não Tripuladas Para Uso Recreativo - Aeromodelos. 15 mar. 2023b. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-2>. Acesso em: 13 jan. 2025.

BRASIL. Parecer CNE/CEB nº 2/2022, da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação, favorável à aprovação das normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à Base Nacional Comum Curricular - BNCC. 6 out. 2022c. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 27 abr. 2025.

BRASIL. Política Nacional de Educação Digital. 11 jan. 2023c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm. Acesso em: 16 set. 2024.

BRASIL. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial, RBAC-E 94 EMD 03. Agência Nacional de Aviação Civil. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. 3 maio 2023d. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 19 jul. 2024.

BRASIL. Resolução nº 1, de 4 de outubro de 2022, Computação na Educação Básica, em complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica, Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC. 4 out. 2022d. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-1-de-4-de-outubro-de-2022-434325065>. Acesso em: 18 set. 2024.

BRASIL. Resolução nº 64, de 26 de novembro de 2008. Regulamento Brasileiro da

Aviação Civil. Definições, regras de redação e unidades de medida para uso nos normativos da ANAC, RBAC-E nº 01, Emenda nº 16. 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-01>. Acesso em: 16 jan. 2025.

BRASIL. Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil, RBAC-E nº 94, Emenda nº 03. Diretoria da Agência Nacional da Aviação Civil - ANAC, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial nº 94. 2023e. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 21 jul. 2024.

CAA, Civil Aviation Authority's of New Zealand. **Intro to Part 101 rules for unmanned aircraft.** [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.aviation.govt.nz/drones/regulations/part-101-rules-for-drones/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

CAÑAS, José M. *et al.* A ROS-Based Open Tool for Intelligent Robotics Education. **Applied Sciences**, [s. l.], v. 10, n. 21, p. 7419, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/21/7419>. Acesso em: 28 set. 2024.

CARNAHAN, Christopher; ZIEGER, Laura B.; CROWLEY, Kimberly. **Drones in education: let your students' imaginations soar.** Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education, 2016.

CERVO, Amado Luiz. **Metodologia Científica.** 6. ed. São Paulo: Pearson, 2006. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 14 ago. 2025.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 603–610, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0193912>. Acesso em: 16 set. 2024.

DANTAS, Scheila Aparecida Leal. **História da robótica na educação.** São Paulo: Contentus, 2020. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 12 ago. 2025.

DANTAS, Scheila Aparecida Leal. **Robótica de baixo custo como objeto de aprendizagem para estudantes com altas habilidades ou superdotação.** 2019. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Internacional Uninter, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/474>. Acesso em: 22 ago. 2024.

DEKOULIS, George. Introductory Chapter: Drones. *In*: DEKOULIS, George (org.). **Drones - Applications.** [S. l.]: InTech, 2018. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/drones-applications/introductory-chapter-drones>. Acesso em: 21 jan. 2025.

DESGAGNÉ, Serge. Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. **Revue des sciences de l'éducation**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 371–393, 2007. Disponível em: <http://id.erudit.org/iderudit/031921ar>. Acesso em: 27 nov. 2024.

DESLAURIERS, Jean-Pierre. A indução analítica. *In: A PESQUISA QUALITATIVA: ENFOQUES EPISTEMOLÓGICOS E METODOLÓGICOS*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008. p. 337–352.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605530/>. Acesso em: 4 maio 2024.

EASA, European Union Aviation Safety Agency. **Drone Regulatory System. Understanding European Drone Regulations and the Aviation Regulatory System**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/drones-air-mobility-landscape/Understanding-European-Drone-Regulations-and-the-Aviation-Regulatory-System>. Acesso em: 13 jan. 2025.

EITERER, Carmen Lúcia; MEDEIROS, Zulmira. Recursos pedagógicos. *In: OLIVEIRA, Dalila Andrade; DUARTE, Adriana Cancelli; VIEIRA, Livia Fraga (org.). Dicionário Trabalho, profissão e condição docente*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. Disponível em: <https://gestrado.net.br/recursos-pedag-gicos/>. Acesso em: 1 ago. 2025.

FARIA, Fledson Silva. **Educações ambientais com os usos de drones e artefatos tecnoculturais na reserva de desenvolvimento sustentável dos manguezais de Cariacica e nos cotidianos escolares**. 2021. 201 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/14832>. Acesso em: 22 jul. 2024.

FARIA, Fledson Silva; GONZALEZ, Soler. Práticas Pedagógicas no Ensino Remoto nos Cotidianos Escolares em Tempos de Pandemia. **EaD em Foco**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. e1938–e1938, 2022. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/1938>. Acesso em: 28 set. 2024.

FÉLIX-HERRÁN, Luis C. *et al.* A Challenge-Based Learning Intensive Course for Competency Development in Undergraduate Engineering Students: Case Study on UAVs. **Electronics**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 1349, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/9/1349>. Acesso em: 28 set. 2024.

FLICK, Uwe. **Introdução À Pesquisa Qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2008. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536318523/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

FONSECA FILHO, Cleuzio. **História Da Computação: Teoria E Tecnologia**. [S. l.]: Edipucrs, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia Da Autonomia**. [S. l.]: Paz E Terra, 1970.

GARCEZ, Adriano Serafini; SILVA, Fernando Selleri; DA SILVA, Flávio Teles Carvalho. **Dando hélices à imaginação: O uso de drone como recurso pedagógico**. Barra do Bugres/MT: [s. d.], 2025. Disponível em: <https://forms.gle/EKU6FQBUou3uZTa8A>. Acesso

em: 9 set. 2025.

GAROFALO, Débora. **Educação 4.0: o que devemos esperar**. [S. l.], 2018. Plataforma digital. Disponível em:

<https://novaescola.org.br/conteudo/9717/educacao-40-o-que-devemos-esperar>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GEORGE, Benjamin H.; PARK, Keunhyun. **Flying High: A Case Study of the Integration of Drones into a Landscape Architecture Curriculum**. DE: Wichmann Verlag, 2020.

Disponível em: <https://doi.org/10.14627/537690026>. Acesso em: 10 fev. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 2021. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559770496/>.

GLOSSÁRIO CEALE: TERMOS DE ALFABETIZAÇÃO, LEITURA E ESCRITA PARA EDUCADORES. [S. l.]: FaE UFMG, 2014. Disponível em:

<https://www.ceale.fae.ufmg.br/glossarioceale/>. Acesso em: 16 set. 2024.

GOMES, Cristiane Grava *et al.* A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental. *In: ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA IV: TEMAS DE INVESTIGAÇÃO / NELSON ANTONIO PIROLA (ORG.)*. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2010. p. 205–221. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bpknng/pdf/pirola-9788579830815-%2011.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

GOMES ROCHA, Gabriel. **Percepções de estudantes acerca da relação das atividades de robótica com os pilares do pensamento computacional: estudo de caso em um espaço maker de uma escola privada de Porto Alegre**. 2023. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2023. Disponível em:

<https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/26012>. Acesso em: 5 out. 2024.

GU, Chao *et al.* Examining the Influence of Using First-Person View Drones as Auxiliary Devices in Matte Painting Courses on College Students' Continuous Learning Intention.

Journal of Intelligence, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 40, 2022. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2079-3200/10/3/40>. Acesso em: 28 set. 2024.

HALASZEN, Lucas; GOMES, Marquiana de Feiras Vilas Boas. Tecnologias geocolaborativas na educação geográfica. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [s. l.], v. 12, n. 22, p. 05–20, 2022.

HAMIDO, Gracinda; BRANCO, Neusa; MACHADO, Ricardo. Editorial - Desafios no ensino e na aprendizagem da matemática. **Revista Interações**, [s. l.], v. 8, n. 20, 2012. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/483>. Acesso em: 11 set. 2024.

HEBBEL-SEEGER, Andreas; HORKY, Thomas. Drones in academic apprenticeship. Regarding to expectations and consequences for an up-to-date education in sports journalism and media management. **Athens Journal of Sports**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 279–292, 2018.

HUSSAIN, Afifuddin Husairi *et al.* Droneducation: Empowering Tomorrow's Workforce through IR4.0-based Curriculum. **International Journal of Academic Research in Business**

and Social Sciences, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1671–1684, 2024a. Disponível em: <https://hrmars.com/index.php/IJARBSS/article/view/20583/Droneducation-Empowering-Tomorrows-Workforce-through-IR40-based-Curriculum>. Acesso em: 28 set. 2024.

HUSSAIN, Afifuddin Husairi *et al.* Integrating Industry 4.0 into Higher Education: A Case Study of a Drone Course for Multidisciplinary Learning Course. **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 1930–1947, 2024b. Disponível em: <https://hrmars.com/index.php/IJARBSS/article/view/21996/Integrating-Industry-40-into-Higher-Education-A-Case-Study-of-a-Drone-Course-for-Multidisciplinary-Learning-Course>. Acesso em: 28 set. 2024.

ISSAR, Shiv. **Drone Society: An Abductive Analysis of Civilian Drone Culture**. 2024. - OSF, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.31235/osf.io/n5xam>. Acesso em: 24 ago. 2024.

ITO, Takashi; KAJIYAMA, Tomoko; TAKAHASHI, Keníchi. Effects of resting actions using smart toys during break times on concentration in e-learning. **Advances in Science Technology and Engineering Systems Journal**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 1147–1153, 2020.

JANKE, Christian *et al.* Using Small UAS for STEM Education: Introducing Robotics and Mechatronics with Drones. *In: 35TH FLORIDA CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN ROBOTICS, 2023, Tampa, FL. Proceedings of the 35th Florida Conference on Recent Advances in Robotics*. Tampa, FL: University of South Florida, 2023. Disponível em: <https://digitalcommons.usf.edu/fcrar/2022/may12/7>. Acesso em: 6 fev. 2025.

JEMALI, Noor Janatun Naim *et al.* Adopting drone technology in STEM education for rural communities. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 1064, n. 1, p. 012017, 2022. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1064/1/012017>. Acesso em: 28 set. 2024.

JOHAL, Wafa *et al.* Envisioning social drones in education. **Frontiers in Robotics and AI**, [s. l.], v. 9, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/robotics-and-ai/articles/10.3389/frobt.2022.666736/full>. Acesso em: 28 set. 2024.

JOSSO, Marie Christine. As figuras de ligação nos relatos de formação: ligações formadoras, deformadoras e transformadoras. **Educação e Pesquisa**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 373–383, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022006000200012&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 19 jun. 2025.

JOSSO, Marie-Christine. **Experiência De Vida E Formação**. São Paulo: Cortez Editora, 2004.

JOYCE, Karen E.; MEIKLEJOHN, Natalie; MEAD, Paul C.H. Using Minidrones to Teach Geospatial Technology Fundamentals. **Drones**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 57, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-446X/4/3/57>. Acesso em: 17 fev. 2025.

KARACHALIOS, Theodoros *et al.* From Classroom to Sky: The Drones4STEM Initiative in Secondary Education. *In: 2024 IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION*

CONFERENCE (EDUCON), 2024, Kos Island, Greece. **2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. Kos Island, Greece: IEEE, 2024. p. 1–5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10578681/>. Acesso em: 6 fev. 2025.

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem Mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, [s. l.], v. 4, n. 10, A didática e a nova cultura da aprendizagem, p. 47–56, 2003. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/6419>. Acesso em: 16 set. 2024.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. [S. l.]: Papirus Editora, 2015. (Papirus Educação). Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/2027/pdf/0>. Acesso em: 28 maio 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas-SP: Papirus Editora, 2013. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/2264>. Acesso em: 16 set. 2024.

KOTARSKI, Denis; KASAC, Josip. Generalized Control Allocation Scheme for Multirotor Type of UAVs. *In*: DEKOULIS, George (org.). **Drones - Applications**. [S. l.]: InTech, 2018. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/drones-applications/generalized-control-allocation-scheme-for-multirotor-type-of-uavs>. Acesso em: 22 jan. 2025.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Grupo Atlas, 2021. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/97885>. Acesso em: 29 ago. 2025.

LIBÂNIO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788524925573/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

LISNIK, Anton; PARCZEWSKI, Rafał. The Use of Unmanned Aerial Vehicles in Environmental Education. **Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 37–43, 2022. Disponível em: <https://journals.pnu.edu.ua/index.php/jpnu/article/view/6168>. Acesso em: 10 fev. 2025.

LOBO, Deepan *et al.* Preparing Students for Drone Careers Using Active Learning Instruction. **IEEE Access**, [s. l.], v. 9, p. 126216–126230, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9530413>. Acesso em: 28 set. 2024.

LONGAREZI, Andrea M.; SILVA, Jorge Luiz Da. Pesquisa-formação: um olhar para sua constituição conceitual e política. **Revista Contrapontos**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 214, 2013. Disponível em: <http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/rc/article/view/4390>. Acesso em: 13 mar. 2025.

LU, Jiaxin; DAWOD, Ahmad Yahya; YING, Fangli. From traditional to digital: The impact of drones and virtual reality technologies on educational models in the post-epidemic era. **Sustainable Engineering and Innovation**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 261–280, 2023. Disponível em: <https://sei.ardascience.com/index.php/journal/article/view/233>. Acesso em: 28 set. 2024.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc-Livros Tecnicos E Cientificos

Editora Ltda, 2013. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-216-2306-9/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

MACEDO, Roberto Sidnei *et al.* (org.). **Currículo e processos formativos: experiências, saberes e culturas**. [S. l.]: Edufba, 2012. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/16737/1/curriculo%20e%20processos%20formativos.pdf>.

MAKRANSKY, Guido; WISMER, Filipe; MAYER, Richard E. A gender matching effect in learning with pedagogical agents in an immersive virtual reality science simulation. **Journal of Computer Assisted Learning**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 349–358, 2018.

MALEC, Jacek. Some thoughts on robotics for education. *In*: AMERICAN ASSOCIATION FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYMPOSIUM ON ROBOTICS AND EDUCATION, 2001, Califórnia, EUA. **Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence Symposium on Robotics and Education**. Califórnia, EUA: AAAI Press, 2001.

Disponível em: https://fileadmin.cs.lth.se/cs/Personal/Jacek_Malec/psfiles/aaai01rae.pdf. Acesso em: 11 ago. 2025.

MALONEY, Katie M. *et al.* Earth science education #7. GeoTrails: Accessible online tools for outreach and education. **Geoscience Canada**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 73–84, 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2022. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770670/>. Acesso em: 26 ago. 2024.

MARTINS, Maria de Nazareth Fernandes; CARVALHO, Maria Vilani Cosme de. A Pesquisa formação na educação infantil: Fundamentos e princípios. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 2221–2239, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/15420>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto (org.). **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson, 2012. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 14 ago. 2025.

MATARIĆ, Maja J. **Introdução à robótica**. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MATHEWS, Adam J.; DECHANO-COOK, Lisa M.; BLOOM, Cynthia. Enhancing Middle School Learning about Geography and Topographic Maps Using Hands-on Play and Geospatial Technologies. **Journal of Geography**, [s. l.], v. 122, n. 5, p. 115–125, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00221341.2023.2226156>. Acesso em: 28 set. 2024.

MCGRIFFY, David. **Make: drones: teach an Arduino to fly**. San Francisco: Maker Mesia, 2017.

MCKEE, T.; HASHEMI-BENI, L. Developing geospatial scientists – using students as partners in drone research. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s. l.], v. XLIV-M-2–2020, p. 69–72, 2020.

Disponível em: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLIV-M-2-2020/69/2020/>. Acesso em: 28 set. 2024.

MEHMET TUĞRUL, Koç. Drone Technologies and Applications. *In*: CVETKOVIĆ, Dragan (org.). **Drones - Various Applications**. [S. l.]: IntechOpen, 2023. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/1154922>. Acesso em: 28 jan. 2025.

MENDES DA SILVA, Ivoneide; BARBOSA DA SILVA, Viviane; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **A robótica educacional como ferramenta mediadora em uma formação continuada com professores de ciências à luz da teoria da atividade**. 1. ed. Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2022. Disponível em: http://editora.ufrpe.br/sites/www.editora.ufrpe.br/files/e-book_Robotica.pdf. Acesso em: 11 set. 2024.

MIZUKAMI, Maria Da Graca Nicoletti. **Ensino: As Abordagens Do Processo**. Rio de Janeiro: EPU (Editora Pedagógica e Universitária Ltda), 1992. (Temas básicos de educação e ensino). Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521635956/>. Acesso em: 31 jul. 2025.

MONTEIRO, Martín *et al.* Simple physics behind the flight of a drone. **Physics Education**, [s. l.], v. 57, n. 2, p. 025029–025029, 2022.

MOON, Seojin; OCK, Jongho. Developing the framework of drone curriculum to educate the drone beginners in the korean construction industry. **Drones**, [s. l.], v. 7, n. 6, p. 356–356, 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, p. e20200451, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/>. Acesso em: 11 set. 2024.

MOURA, Aline Souza Cruz. **Introdução do uso de VANTS nos cursos de graduação e as novas tecnologias no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília**. 2023. 87 f. Dissertação - Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=14256212. Acesso em: 1 out. 2025.

MOURA, Aline Cruz. Introdução do uso de VANTS nos cursos de graduação e as novas tecnologias no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. [s. l.], 2024. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/47744>. Acesso em: 28 ago. 2024.

NASCIMENTO, Elcival Chagas Do. DESCOMPLICANDO A FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: O DRONE COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA. *In*: I CONGRESSO BRASILEIRO ON-LINE DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2022a. **Anais do I Congresso Brasileiro On-line de Ensino, Pesquisa e Extensão**. [S. l.]: Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/3165/343>. Acesso em: 13 jan. 2025.

NASCIMENTO, Elcival Chagas Do. **Descomplicando a física na educação básica: o drone como instrumento para a alfabetização científica**. 2022b. 73 f. Monografia (especialização) apresentada no curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Educação Científica e Popularização das Ciências do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Baina - Instituto Federal Baiano, Catu, 2022. Disponível em:

<https://ifbaiano.edu.br/portal/poseducacaocatu/wp-content/uploads/sites/42/2022/09/TCC-Elcival-C-Nascimento-Descomplicando-a-Fisica-na-educacao-basica...pdf>. Acesso em: 11 maio 2025.

NASCIMENTO, Elcival Chagas do. **Tudo que voa, encanta!** 2025. 92 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica - PROFEPT) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Catu, BA, 2025. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1000621>. Acesso em: 31 jul. 2025.

NGUYEN, H. N. *et al.* Promoting public health through drone sports within diverse communities of middle- and high school students. **Public health reviews**, [s. l.], v. 45, p., 2024.

NONATO, Emanuel Do Rosário Santos; SALES, Mary Valda Souza; CAVALCANTE, Társio Ribeiro. Cultura digital e recursos pedagógicos digitais: um panorama da docência na Covid-19. **Práxis Educacional**, [s. l.], v. 17, n. 45, p. 1–25, 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/8309>. Acesso em: 1 ago. 2025.

NÓVOA, Antonio. Formação de professores e profissão docente. *In: OS PROFESSORES E A SUA FORMAÇÃO*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 13–33. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4758>. Acesso em: 25 ago. 2024.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense SA, 1985.

PEACE, Alexander L.; JESS, Scott. Microdrones in field-based structural geology: a photogrammetry and fracture quantification case study from the North Mountain Basalt, Nova Scotia, Canada. **Drone Systems and Applications**, [s. l.], v. 11, p. 1–15, 2022.

PERGANTIS, Pantelis; DRIGAS, Athanasios. The Effect of Drones in the Educational Process: A Systematic Review. **Education Sciences**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 665, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/6/665>. Acesso em: 6 fev. 2025.

PHANG, Fatin Aliah *et al.* Integrating Drone Technology in Service Learning for Engineering Students. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, [s. l.], v. 16, n. 15, p. 78–90, 2021. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/23673>. Acesso em: 28 set. 2024.

PRIKLADNICK, Rafael; WILLI, Renato; MILANI, Fabiano. **Métodos ágeis para o desenvolvimento de software**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2014. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582602089/>. Acesso em: 8 set. 2025.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PUSPPANATHAN, Jaysuman *et al.* Service learning implementation: Empowering engineering students via drone tech for EDU-4IR program. **AIP Conference Proceedings**, [s.

l.], v. 2433, n. 1, p. 030014, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/5.0072927>. Acesso em: 28 set. 2024.

RÁBAGO, Jordi; PORTUGUEZ-CASTRO, May. Use of Drone Photogrammetry as An Innovative, Competency-Based Architecture Teaching Process. **Drones**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 187, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-446X/7/3/187>. Acesso em: 17 fev. 2025.

RAHMAN, Mohd Jasmy Bin Abd *et al.* Application of Drone Technology in Learning Process Strategies. **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 784–791, 2024. Disponível em: <https://hrmars.com/index.php/IJARBSS/article/view/22447/Application-of-Drone-Technology-in-Learning-Process-Strategies>. Acesso em: 28 set. 2024.

ROCHA, Flavia Sucheck Mateus da. **Tecnologias digitais no ensino de física**. Curitiba, PR: Intersaberes, 2023. (Série Física em Sala de Aula). Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 4 ago. 2025.

ROCHA, Kátia Coelho da; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; NOTARE, Márcia Rodrigues. Aproximações teóricas entre Pensamento Computacional e Abstração Reflexionante. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 581–590, 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/110299>. Acesso em: 5 out. 2024.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Penso, 2013. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788565848367/>. Acesso em: 7 set. 2025.

SANTIBANEZ, Dione Antonio; LIMA, Ricardo Barbosa de. Método da indução analítica para análise de grupos focais. **Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social**, [s. l.], n. 22, 2022. Disponível em: <https://asociacionvenezolanadesociologia.org/wp-content/uploads/2021/12/Revista-latinoamericana-de-metodologia-de-la-investigacion-social-N-22.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SANTOS, Edméa Oliveira dos. Docência na cibercultura: notas de uma pesquisa-formação multirreferencial. In: MACEDO, Roberto Sidnei *et al.* (org.). **Currículo e processos formativos: experiências, saberes e culturas**. [S. l.]: Edufba, 2012. p. 187–202. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/16737/1/curriculo%20e%20processos%20formativos.pdf>.

SANTOS, Edméa. **Pesquisa-formação na cibercultura**. [S. l.]: Edufpi, 2019. Disponível em: http://www.edmeasantos.pro.br/assets/livros/Livro%20PESQUISA-FORMA%3%87%C3%83O%20NA%20CIBERCULTURA_E-BOOK.pdf.

SANTOS, Icleia. **Projeto pedagógico com robótica**. 1. ed. Curitiba, PR: Contentus, 2020. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/>.

SANTOS, Edméa Oliveira; CARVALHO, Felipe Silva Ponte; PIMENTEL, Mariano. Mediação docente online para colaboração: notas de uma pesquisa-formação na cibercultura. **ETD - Educação Temática Digital**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 23–42, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8640749>. Acesso em: 26 ago. 2024.

SANTOS, Railane Costa; SILVA, Maria Deusa Ferreira da. A robótica educacional: entendendo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 13, n. 3, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/10965>. Acesso em: 7 out. 2024.

SAPÍÁ, Sérgio Luís; RIBASKI, Nayara Guetten. Drone na Escola - inclusão tecnológica usando drones como ferramentas. **Brazilian Journal of Technology**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 344–361, 2018. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJT/article/view/1147>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SCHLOSSER, William E.; AUMELL, Aidan J.; KILKENNY, Madison M. Hybrid classroom approach: Virtual and live field data integration. **Natural Sciences Education**, [s. l.], v. 52, n. 1, p. e20094, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/nse2.20094>. Acesso em: 28 set. 2024.

SHENZHEN RYZE TECHNOLOGY CO. LTD. **Tello Official Website - Shenzhen Ryze Technology Co., Ltd.** [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.ryzerobotics.com>. Acesso em: 30 mar. 2025.

SHENZHEN RYZE TECHNOLOGY CO. LTD. **Tello Release Notes**. [S. l.]: [s. d.], 2018a. Disponível em: https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/20190328/Tello_Release_Notes_en.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

SHENZHEN RYZE TECHNOLOGY CO. LTD. **Tello User Manual**. [S. l.]: [s. d.], 2018b. Disponível em: <https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20User%20Manual%20v1.4.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SHIMAZU, Rodrigo Fernando *et al.* Inteligência Artificial, Robótica e Pensamento Computacional no Contexto do Ensino de Matemática: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *In: V ENCONTRO NACIONAL ONLINE DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA.*, 2024, Barra do Bugres/MT. Online. **Anais - V Encontro Nacional Online de Professores que ensinam Matemática. GEPEME/UNEMAT.** Barra do Bugres/MT. Online: [s. d.], 2024. p. 675–690. Disponível em: <https://eventos.faeppenmt.com.br/venopem/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

SILVA, José Roselito Carmelo; ARAÚJO, Charles Silva de; REBOUÇAS, Darler Júnior Pereira. O uso de aeronave remotamente pilotada nas aulas práticas de estudo do relevo e de impactos ambientais. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, [s. l.], v. 4, n. 08, 2018. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/527>. Acesso em: 28 set. 2024.

SLATER, Timothy F. Identifying Implementation Strategies for Integrating Drones into STEM and Career Technology Education CTE Programs. **Education Sciences**, [s. l.], v. 14, n.

1, p. 105, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/1/105>. Acesso em: 28 set. 2024.

SOUZA, Maria Sylvania Marques Xavier de; CASTRO, Juscileide Braga de. O uso da Robótica no Ensino e na Aprendizagem da Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista Insignare Scientia - RIS**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 55–76, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n4.12663>. Acesso em: 2 set. 2024.

SUZUKI, Satoshi. Recent researches on innovative drone technologies in robotics field. **Advanced Robotics**, London, 2018. p. 1008–1022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01691864.2018.1515660>. Acesso em: 24 ago. 2024.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, [s. l.], n. spe4, p. 79–97, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602014000800079&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 6 abr. 2025.

VENTURA, Antônio Aritan de Oliveira *et al.* Robótica educacional e utilização de drones na educação: um mapeamento sistemático da literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 17, Research Society and Development, p. e251111739115–e251111739115, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39115>. Acesso em: 21 jul. 2024.

VOŠTINÁR, Patrik; HORVÁTHOVÁ, Dana; KLIMOVÁ, Nika. The Programmable Drone for STEM Education. In: CLUA, Esteban *et al.* (org.). **Entertainment Computing – ICEC 2018**. Cham: Springer International Publishing, 2018. (Lecture Notes in Computer Science). v. 11112, p. 205–210. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-3-319-99426-0_18. Acesso em: 3 out. 2025.

WANG, Ning; MUTZNER, Nico; BLANCHET, Karl. ‘We Need Time...’: An Expert Survey on Societal Acceptance of Urban Drones. **Science and Public Policy**, [s. l.], p. scae084, 2025. Disponível em: <https://academic.oup.com/spp/advance-article/doi/10.1093/scipol/scae084/7942681>. Acesso em: 18 jun. 2025.

WING, Jeannette. PENSAMENTO COMPUTACIONAL – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711>. Acesso em: 5 out. 2024.

YEPES, Igor. **Uso de drones como Tecnologia pedagógica em disciplinas steam : um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas**. 2020. 240 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/219235>. Acesso em: 13 set. 2024.

YEPES, Igor; BARONE, Dante Augusto Couto. Robótica Educativa: Drones e Novas Perspectivas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 210–219, 2018a. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89293>. Acesso em: 9 ago. 2024.

YEPES, Igor; BARONE, Dante Augusto Couto. Robótica Educativa: Proposta de Uso de Drones no Apoio ao Processo Pedagógico em disciplinas STEM. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, [s. l.], v. 1, n. 9, 2018b. Disponível em: <https://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/317>. Acesso em: 19 ago. 2024.

YEPES, Igor; BARONE, Dante Augusto Couto; PORCIUNCULA, Cleber Mateus Duarte. Use of Drones as Pedagogical Technology in STEM Disciplines. **Informatics in Education**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 201–233, 2022. Disponível em: <https://infedu.vu.lt/journal/INFEDU/article/693>. Acesso em: 28 set. 2024.

YIU YEUNG, Richard Chung; SUN, Daner; HO YEUNG, Chi Ho. Integrating drone technology in STEM education: Curriculum, pedagogy and learning outcomes. **Education and Information Technologies**, [s. l.], p., 2025.

YUN, Seong-Jin *et al.* A Learner-Centric Explainable Educational Metaverse for Cyber-Physical Systems Engineering. **Electronics**, [s. l.], v. 13, n. 17, p. 3359, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/17/3359>. Acesso em: 28 set. 2024.

ZAKARIA, Anies Faziehan; ROZALI, Mohd Zulfadli; MUSTAFA, Mohd Syafiq Syazwan. A preliminary discussion on STEM-drone sport's athlete development program toward career relevance. **Jurnal Kejuruteraan**, [s. l.], v. si6, n. 2, p. 135–142, 2023.

ZARDO, Michael; REIS, Cristine Elisa Ramos dos; WEBBER, Carine Geltrudes. Como um drone voa? Descubra na aula de física!. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 292–301, 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121229>. Acesso em: 26 set. 2024.

APÊNDICE A - Lista de obras selecionadas na Revisão Sistemática da Literatura

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
Drones in academic apprenticeship: regarding expectations and consequences for an up-to-date education	2018	Alemanha		Hebbel-Seeger; Horky	Ensino superior.	Formação em jornalismo esportivo/mídias, usando drones como ferramenta de aprendizagem em contextos de “academic apprenticeship”.	Estudantes universitários (especialmente jornalismo/mídia esportiva).	Drones de filmagem (multirrotadores comerciais com câmera) para produção audiovisual.
O uso de aeronave remotamente pilotada nas aulas práticas de estudo do relevo e de impactos ambientais	2018	Brasil		José Roselito Carmelo da Silva; Charles Silva de Araújo; Darler Júnior Pereira Rebouças	Educação Básica (aulas de Geografia em escola pública – não fica 100% claro se EF II ou EM)	Aulas práticas de relevo e impactos ambientais, com trabalho de campo e análise de imagens aéreas	Estudantes de escola pública vinculada à SEMED Manaus (turmas de Geografia)	Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) / drone multirrotor para aquisição de imagens do relevo
Robótica educativa: drones e novas perspectivas	2018	Brasil	x	Igor Yepes	Educação básica (fundamental e médio) e formação de professores.	Robótica educacional, discutindo o uso de drones como recurso para ensino de STEM e inovação pedagógica.	Professores de educação básica e estudantes (K-12) envolvidos com robótica educacional.	Drones quadricópteros de pequeno porte (drones educacionais/comerciais) em atividades de robótica e programação.
The Programmable Drone for STEM Education	2018	Eslováquia		Patrik Voštinár; Dana Horváthová; Nika Klimová	Ensino Fundamental II (8–12 anos)	Atividade extracurricular de programação e STEM (5 aulas) com foco em algoritmos, estruturas de dados e controle de drones	Crianças de 8 a 12 anos	Airblock (drone modular programável) + aplicativo Makeblock
A Gender Matching Effect in Learning with Pedagogical Agents in an Immersive Virtual Reality Science Simulation	2019	Dinamarca / Estados Unidos		Guido Makransky; Philip Wismer; Richard E. Mayer	Ensino Fundamental II (middle school)	Simulação de laboratório de ciências em realidade virtual imersiva para ensino de segurança em laboratório	Estudantes de middle school (66 alunos)	Tecnologia de Realidade Virtual imersiva com agentes pedagógicos (Marie ou um “drone” como agente virtual) – sem uso de drone físico
Drone challenge: a platform for promoting programming and robotics skills in K-12 education	2019	Espanha		Aurelio Bermúdez; Rafael Casado; Guillermo Fernández; María Guijarro; Pablo Olivas	Educação básica (K-12 – fundamental e médio).	Plataforma/competição de drones para promover programação e robótica em escolas.	Estudantes K-12 participantes da Drone Challenge.	Mini-drones (ex.: Parrot Mambo ou similares) programáveis, integrados a ambientes de programação visual/textual.
Motivation System for Students to Learn Control Engineering and Image Processing	2019	Japão		Sam Ann Rahok; Hirohisa Oneda; Shigeji Osawa; Koichi Ozaki	Educação Superior – Graduação (Engenharia de Controle)	Atividades de aprendizagem em Engenharia de Controle e Processamento de Imagens com motivação via drones.	Estudantes de graduação em Engenharia de Controle/Engenharia Elétrica.	Drone Parrot (AR.Drone/quadricóptero utilizado como plataforma de controle e visão computacional).
A ROS-based open tool for intelligent robotics education	2020	Espanha		José M. Cañas; Eduardo Perdices; Lía García-Pérez; Jesús Fernández-Conde	Ensino superior (engenharias) + curso piloto pré-universitário.	Plataforma aberta (Robotics-Academy) para ensino de robótica inteligente com exercícios usando carros autônomos, drones, aspiradores, etc.	Estudantes de graduação e mestrado em Engenharia/Computação e participantes de curso pré-universitário.	Drones (reais e simulados) em ROS/Gazebo, programados em Python; foco em simulação e controle autônomo.
Aerial drone: an effective tool to teach information technology and cybersecurity through project-based learning to minority high school students in the U.S.	2020	Estados Unidos		Jay Bhuyan; Fan Wu; Cassandra Thomas; Kai Koong; Jung Won Hur; Chih-hsuan Wang	Ensino Médio (high school).	Projeto de project-based learning em TI e cibersegurança com uso de drones em escola de minoria.	Estudantes de ensino médio, sobretudo alunos de minorias nos EUA.	Drones quadricópteros (aerial drones) usados como plataforma para ensinar redes, segurança, programação, etc.
Developing and using disruptive technologies in agricultural education	2020	Austrália		Kim Bryceson	Ensino superior e/ou educação profissional agrícola.	Formação em ciências agrárias abordando tecnologias disruptivas (incluindo drones, sensores, etc.) para agricultura.	Estudantes de cursos de Agricultura, Ciências Agrárias, extensionistas e professores da área.	Drones para agricultura de precisão (sensoriamento remoto, mapeamento de lavouras) e outras tecnologias digitais.

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
Developing Geospatial Scientists – Using Students as Partners in Drone Research	2020	Estados Unidos		T. McKee; L. Hashemi-Beni	Educação Superior – Graduação (Geociências/Geotecnologias)	Projeto de pesquisa aplicada em geotecnologias usando estudantes como parceiros em pesquisas com drones.	Estudantes de graduação envolvidos em pesquisa em geociências/geotecnologias.	UAVs para mapeamento geoespacial (modelos variados, não especificados).
Effects of Resting Actions Using Smart Toys During Break Times on Concentration in E-Learning	2020	Japão		Takashi Ito; Kenichi Takahashi; Tomoko Kajiyama	Educação Superior – Graduação	Estudo sobre pausas com brinquedos inteligentes em ambiente de e-learning universitário.	Estudantes universitários em cursos on-line.	Smart toys diversos, incluindo drone Ryze Tello como brinquedo inteligente (UAV de pequeno porte).
Open-Source Drone Programming Course for Distance Engineering Education	2020	Espanha		José M. Cañas; Diego Martín-Martín; Pedro Arias; Julio Vega; David Roldán-Álvarez; Lía García-Pérez; Jesús Fernández-Conde	Educação Superior – Graduação (Engenharia, modalidade a distância)	Curso de programação de drones em contexto de Educação a Distância em Engenharia.	Estudantes de graduação em Engenharia em um curso a distância.	Drone quadricóptero open-source programável (UAV de pequeno porte, plataforma open-source).
Using Minidrones to Teach Geospatial Technology Fundamentals	2020	Austrália		Karen E. Joyce; Natalie Meiklejohn; Paul C. H. Mead	Múltiplos níveis (K-12 e ensino superior)	Proposta de uso de minidrones em atividades de Geotecnologias para escolas e cursos superiores.	Estudantes de diferentes níveis (K-12 e universitários) em atividades de STEM/geotecnologia.	Minidrones educacionais de baixo custo (Parrot Mambo, DJI/Ryze Tello e similares, UAV de pequeno porte).
USO DE DRONES COMO TECNOLOGIA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS STEAM: Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas	2020	Brasil		Igor Yepes	Ensino Médio integrado ao Técnico (Informática)	Oficinas STEAM com Metodologias Ativas / ABP	Alunos do curso técnico em informática integrado ao Ensino Médio (Instituto Federal)	Ryze Tello, Airblock, Parrot Mambo, DroneBlocks, Tello EDU (diversos mencionados)
A study on the utilization of drone education in the Fourth Industrial Revolution	2021	China		Chun Hyunjin	Educação básica (Ensino Médio) e/ou educação profissional (contexto coreano).	Estudo sobre programas de educação em drones no contexto da 4ª Revolução Industrial, analisando como são utilizados em cursos e escolas.	Estudantes de ensino médio / vocacional e professores envolvidos em programas de drone education.	Drones multirrotores de treinamento e simuladores de voo em programas educacionais.
COMO UM DRONE VOA? DESCUBRA NAS AULAS DE FÍSICA!	2021	Brasil		Michael Zardo; Cristine Elisa Ramos dos Reis; Carine Geltrudes Webber	Ensino Médio (1º ano)	Ensino de Mecânica em Física	Estudantes de 1º ano do Ensino Médio (Escola Estadual – RS)	Minidrone Airblock (programável, Makeblock)
Current Status of the Use of Drones in Education in Croatia	2021	Croácia		Jelena Čosić Lesičar; Dubravka Božić	Múltiplos níveis (educação básica e superior na Croácia)	Levantamento sobre o status de uso de drones em diferentes níveis de ensino na Croácia.	Professores e estudantes de diversos níveis educacionais (básico, médio e superior).	Drones/UAV em geral; estudo de percepção/uso, sem foco em um modelo específico.
Development and effectiveness of drone as a learning media in Islamic boarding school	2021	Indonésia		I W Djatmiko; S Yatmono; A C Nugraha	Ensino Médio/educação secundária em Islamic Boarding School.	Uso de drone como mídia de aprendizagem em escola islâmica de regime de internato	Estudantes de escola secundária em boarding school islâmica.	Drone quadricóptero de pequeno porte como recurso didático (demonstrações, experimentos de ciências, etc.).
Educações ambientais com os usos de drones e artefatos tecnoculturais na Reserva de Desenvolvimento Sustentável dos Manguezais de Cariacica e nos cotidianos escolares	2021	Brasil		Fledso Silva Faria	Educação básica (Ensino Fundamental e EJA) + formação docente.	Práticas de educação ambiental política nos cotidianos escolares e na RDS Manguezais de Cariacica, com uso de drones em aulas de campo e oficinas.	Estudantes de escolas públicas (fundamental e EJA), professores, comunidades ribeirinhas e atores locais.	Drones de pequeno porte/microVANTs para registro de imagens aéreas e produção de materiais audiovisuais.

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
Exploring robot connectivity and collaborative sensing in a high-school enrichment program	2021	Israel		Igor Verner; Dan Cuperman; Michael Reitman	Ensino Médio.	Programa de enriquecimento em robótica para ensino médio, explorando conectividade entre robôs e sensores colaborativos.	Estudantes de ensino médio interessados em STEM/robótica.	Drone quadricóptero de pequeno porte em conjunto com robôs móveis (plataformas de robótica conectadas, com uso de redes e sensores).
Integrating drone technology in service learning for engineering students	2021	Malásia		Fatin Aliah Phang; Jaysuman Puspanathan; Nina Diana Nawi; Nur Amira Zulkifli; Izwyn Zulkapri; Fauzan Khairi Che Harun; Adam Yoon Khang Wong; Jamil Abedalrahim Alsayaydeh; Tee Kian Sek	Ensino superior (Engenharia).	Projetos de service learning em que estudantes de engenharia usam drones em ações junto à comunidade.	Estudantes de graduação em Engenharia.	Drones multirrotores com câmera, usados para mapeamento, monitoramento e coleta de dados em projetos comunitários.
Preparing Students for Drone Careers Using Active Learning Instruction	2021	Estados Unidos		Deepan Lobo; Drashti Patel; Jorim Morainville; Prateek Shekhar; Pramod Abichandani	Educação Superior – Graduação (Tecnologia/Engenharia)	Disciplina de graduação focada em preparar estudantes para carreiras com drones, com aprendizagem ativa.	Estudantes de graduação em cursos de tecnologia/engenharia.	Minidrone DJI/Ryze Tello e outros UAVs de pequeno porte para fins educacionais.
Simulators in Educational Robotics: A Review	2021	Grécia	x	Sokratis Tselegkaridis; Theodosios Sapounidis	Não aplicável (é revisão, não estudo empírico)	Revisão sobre simuladores; não é uso pedagógico direto de drones	Não se aplica	Não se aplica
A challenge-based learning intensive course for competency development in undergraduate engineering students: case study on UAVs	2022	México		Luis C. Félix-Herrán; Carlos Izaguirre-Espinosa; Vicente Parra-Vega; Anand Sánchez-Orta; Víctor H. Benitez; Jorge de-J. Lozoya-Santos	Ensino superior (graduação em Engenharia).	Curso intensivo de 40h em challenge-based learning com UAVs, incluindo desafio de voo em pista de obstáculos indoor.	Estudantes de graduação em Engenharia.	UAVs/quadricópteros de pequeno porte utilizados em desafios práticos (voo indoor, sensoramento, etc.).
Adopting Drone Technology in STEM Education for Rural Communities	2022	Malásia / Indonésia		Noor Janatun Naim Jemali; Aqilah Abdul Rahim; Mohamad Radi Mohamed Rosly; Siti Susanti; Shaparas Daliman; Marinah Muhamamad; Muhammad Firdaus Abdul Karim	Ensino Fundamental (escola primária rural)	Introdução de drones em atividades STEM em comunidades rurais, em parceria entre universidade e escola primária.	Estudantes do ensino fundamental de escola rural e professores parceiros.	Minidrone DJI/Ryze Tello (UAV de pequeno porte utilizado em atividades STEM).
Competition-based active learning instruction for drone education	2022	Estados Unidos		Pramod Abichandani; Deepan Lobo; Branislav Dimitrijevic; Ashish Borgaonkar; Jaskirat Sodhi; Smit Kabrawala; Daniel Brateris; Moshe Kam	Ensino superior (engenharias) e programas de extensão em drones.	Curso/oficinas de drones com metodologias ativas baseadas em competição, incluindo desafios de voo e missões.	Estudantes de graduação em Engenharia (e possivelmente público externo em programas de extensão).	Pequenos sUAVs/quadricópteros educacionais, com atividades de pilotagem manual e semiautônoma.
Envisioning Social Drones in Education	2022	Múltiplos países (Austrália; Turquia; Suécia)		Wafa Johal; Doğa Gatos; Asim Evren Yantac; Mohammad Obaid	Não se aplica diretamente (estudo conceitual/prospectivo)	Estudo conceitual sobre o papel de drones sociais em contextos educacionais.	Participantes de workshops e designers/pesquisadores interessados em Human-Drone Interaction na educação.	Drones sociais (conceito de drone social; não há modelo físico específico em uso).
Examining the Influence of Using First-Person View Drones as Auxiliary Devices in Matte Painting Courses on College Students' Continuous Learning Intention	2022	Coreia do Sul, Irlanda, China, Taiwan		Chao Gu, Jie Sun, Tong Chen, Wei Miao, Yunshuo Yang, Shuyuan Lin, Jiangjie Chen	Ensino superior (Design/Artes/Multimídia).	Disciplina de matte painting em cursos de design/mídia, usando drones FPV como recurso auxiliar.	Estudantes de graduação na área de Design, Mídia ou Cinema.	Drones FPV (First-Person View) com transmissão em tempo real de vídeo.
Future-proofing students in higher education with unmanned aerial vehicles technology: A knowledge management case study	2022	Singapura		Thomas Menkhoff; S. N. Kan; E. K. B. Tan; S. Foong	Ensino Superior (Universidade)	Curso universitário sobre drones, conhecimento e ética; prática de voo supervisionada	Estudantes universitários (divididos em 8 grupos)	Parrot Mars Airborne Cargo (8 unidades) Trecho: drones Parrot, voo indoor, atividades práticas.

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
Microdrones in field-based structural geology: a photogrammetry and fracture quantification case study from the North Mountain Basalt, Nova Scotia, Canada	2022	Canadá		Alexander L. Peace; Scott Jess	Ensino superior (Geologia/Geociências).	Trabalho de campo em geologia estrutural, usando microdrones em atividades de ensino e pesquisa em geociências.	Estudantes de graduação/pós-graduação e pesquisadores em Geologia.	Microdrone DJI Mini 2 (< 250 g), usado para fotogrametria e mapeamento de fraturas.
Robótica educacional e utilização de drones na educação: um mapeamento sistemático da literatura	2022	Brasil	x	Antônio Aritan de Oliveira Ventura, José de Lima Albuquerque, Karine Rosália Felix Praça Gomes, Stella Maria do Nascimento, Emanuel Ferreira Leite, José Luiz Alves, Juliana Regueira Basto Diniz, Sônia Virgínia Alves França	Não se aplica diretamente (mapeamento sistemático da literatura).	Revisão/mapeamento sistemático sobre robótica educacional e uso de drones na educação.	Pesquisadores, formadores de professores, comunidade acadêmica.	Diversos tipos de drones e tecnologias educacionais reportados nos estudos analisados (sem um único modelo específico).
Service Learning Implementation: Empowering Engineering Students via Drone Tech for EDU-4IR Program	2022	Malásia		Jaysuman Pusppanathan; Izwyn Zulkapri; Nina Diana Nawi; Fatin Aliah Phang; Nur Amira Zulkifli; Adam Wong Yoon Khang; Jamil Abedalrahim Jamil Alsayaydeh; Tee Kian Sek; Fauzan Khairi Che Harun	Educação Superior – Graduação (Engenharia)	Projeto de Service Learning em curso de Engenharia, usando drones como tecnologia da Indústria 4.0.	Estudantes de cursos de Engenharia participantes de projeto de extensão/service learning.	Tecnologia de drones/UAV em atividades de projeto (modelo específico não detalhado).
Simple Physics behind the Flight of a Drone	2022	Uruguai		Martín Monteiro; Cecilia Stari; Cecilia Cabeza; Arturo C. Martí	Não especificado (proposta de experimento em Física)	Proposta de experimento de Física com drone e smartphone para análise de movimento.	Professores e estudantes de Física (ensino médio e/ou superior).	Drone quadricóptero DJI Phantom com smartphone acoplado.
Teaching Innovation in STEM Education Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV)	2022	Estados Unidos		Madeleine M. Bolick, Elena A. Mikhailova, Christopher J. Pos	Ensino Superior (Geographic Information Systems / Natural Resources)	Módulo educacional sobre sensoriamento remoto com UAV	Estudantes universitários de Recursos Naturais e GIS	Não especifica modelo, mas usa UAV com imagens pré-coletadas (geralmente DJI Phantom/Mavic em cursos de GIS; mas o texto não mostra o modelo)
Teaching of emerging technology in construction education	2022	Estados Unidos	x	Debs L; Hubbard B; Zimpfer M	Ensino superior (cursos de Engenharia Civil/Construção).	Disciplinas de construção/engenharia que abordam tecnologias emergentes (incluindo drones) para topografia, inspeção e gestão de obras.	Estudantes de graduação em Engenharia/Construção.	Drones de mapeamento e inspeção (multirrotores com câmera, fotogrametria, tecnologias digitais de construção).
Tecnologias geocolaborativas na educação geográfica: uma busca pela formação cidadão	2022	Brasil		Lucas Halaszten	Ensino Médio (3º ano, noturno)	Ensino de Geografia com pesquisa-ação sobre problemas do bairro, uso de tecnologias geocolaborativas para leitura do território	Estudantes do 3º ano do Ensino Médio noturno de escola estadual (Colégio Estadual Dulce Maschio)	Drone de pequeno porte para registros aéreos + Google My Maps, Google Forms, celulares e câmeras digitais (tecnologias geocolaborativas)
The use of unmanned aerial vehicles in environmental education	2022	Polônia		Anton Lisnik; Rafal Parczewski	Educação básica (principalmente Ensino Fundamental e Médio).	Atividades de educação ambiental, com uso de UAVs em saídas de campo e trabalhos práticos sobre meio ambiente.	Estudantes de escolas de educação básica envolvidos em projetos de educação ambiental.	UAVs/multirrotores de pequeno porte com câmera para registro de imagens em educação ambiental.
Use of Drones as Pedagogical Technology in STEM Disciplines	2022	Brasil		Igor Yepes; Dante Augusto Couto Barone; Cleber Mateus Duarte Porciuncula	Ensino Médio	Atividades em disciplinas STEM em escola de educação básica.	Estudantes do ensino médio em disciplinas de STEM.	Minidrone Parrot Mambo (mini drone quadricóptero para uso educacional).

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
Utilização de drones para o ensino de cinemática e leis de Newton: uma sequência didática	2022	Brasil		Naftale de Sousa Borges	Ensino Médio	Aula de Física com foco em cinemática e Leis de Newton, organizada como sequência didática em escola de educação básica.	Estudantes do Ensino Médio.	Drone quadricóptero de pequeno porte (drone educacional/comercial, usado para registro de movimento; modelo não explicitado no nome do arquivo).
A preliminary discussion on STEM-drone sport's athlete development program toward career relevance	2023	Malásia		Anies Faziehan Zakaria; Mohd Zulfadli Rozali; Mohd Syafiq Syazwan Mustafa	Não se aplica (estudo conceitual, sem aplicação educacional)	Programa teórico de desenvolvimento de atletas (drone soccer) integrado a STEM; estrutura para formação esportiva com ênfase em carreira	Atletas, treinadores, educadores e stakeholders (sem participantes reais)	Não informado (referência genérica a "drone soccer"; nenhum modelo especificado)
Artificial intelligence and computer vision education: codifying student learning gains and attitudes	2023	Estados Unidos		Pramod Abichandani; Craig Iaboni; Deepan Lobo; Thomas Kelly	Ensino superior (Engenharia/Computação).	Curso de IA e Visão Computacional, com aplicações em sistemas robóticos (incluindo drones) para percepção visual.	Estudantes de graduação em Engenharia e Computação.	Ferramentas de IA e visão computacional (OpenCV etc.) aplicadas a robôs/drones; uso de câmeras e algoritmos de visão (drone não é único foco, mas aparece como plataforma possível)
Developing the Framework of Drone Curriculum to Educate the Drone Beginners in the Korean Construction Industry	2023	Coreia do Sul	x	Seojin Moon; Jongho Ock	Ensino Superior (graduação e mestrado em Engenharia de Construção / Construction Engineering & Management)	Disciplina universitária (FFE) e workshop para desenvolvimento de currículo de drones para a indústria da construção; estudo com iniciantes em drones	Estudantes de graduação (seniors) e mestrandos/trabalhadores da construção (beginners em drones)	Drones quadricópteros DJI Mavic 2 Pro e DJI Phantom 4 Pro, em conjunto com laser scanner
Earth Science Education #7. GeoTrails: Accessible Online Tools for Outreach and Education	2023	Canadá		Katie M. Maloney; Alexander L. Peace; Joe Hansen; Keira L. Hum; Julia P. Nielsen; Kate F. Pearson; Shania Ramharrack-Maharaj; Deana M. Schwarz; Elli Papangelakis; Carolyn H. Eyles	Educação Superior – Graduação (Geociências/Ciências da Terra)	Projeto GeoTrails como ferramenta on-line para divulgação e ensino de Ciências da Terra.	Estudantes de graduação que atuam como monitores e público geral/alunos atendidos em ações de extensão.	Não se centra em drones; foco em trilhas geológicas on-line e ferramentas digitais de mapeamento.
Easy coding in biology: pilot workshop design and experiences from block-based programming within secondary education	2023	Eslováquia		Eva Schmidthaler; Rebecca Stäter; Martin Capay; Matthias Ludwig; Zsolt Lavicza	Ensino Médio (secondary school).	Oficinas piloto de programação em blocos integradas às aulas de Biologia.	Estudantes do ensino médio em aulas de biologia.	Ambiente de programação em blocos (por exemplo, estilo Scratch/Open Roberta) aplicado a conteúdos de Biologia; não necessariamente com drone físico, mas com foco em coding.
Enhancing middle school learning about geography and topographic maps using hands-on play and geospatial technologies	2023	Estados Unidos		Adam J. Mathews; Lisa M. DeChano-Cook; Cynthia Bloom	Ensino Fundamental II (Middle School).	Projeto de seis meses em escola de ensino fundamental, integrando brincadeiras práticas, mapas topográficos e tecnologias geoespaciais, incluindo drones.	Estudantes de middle school (aprox. 6º–8º ano)	Pequenos drones educacionais usados junto com outras tecnologias geoespaciais (mapas, geoprocessamento).

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
From Traditional to Digital: The Impact of Drones and Virtual Reality Technologies on Educational Models in the Post-Epidemic Era	2023	Tailândia		Jiaxin Lu; Ahmad Yahya Dawod; Fangli Ying	Ensino Superior (4º ano de graduação) + formação continuada de professores	Disciplinas em diferentes cursos universitários (geografia, ecologia, engenharia/robótica, arquitetura, agronomia, TI, jornalismo) usando drones e VR; pesquisa quantitativa sobre atitudes e efeitos no processo de aprendizagem	748 estudantes de 4º ano de cursos de graduação nessas áreas e 258 professores com mais de 5 anos de experiência.	Drones multirrotores (para aplicações específicas por área – mapeamento, monitoramento etc.) combinados com sistemas de Realidade Virtual
Hybrid classroom approach: Virtual and live field data integration	2023	Estados Unidos		William E. Schlosser, Aidan J. Aumell, Madison M. Kilkenny	Ensino Superior (Natural Resource Ecology)	Aula híbrida durante pandemia; campo + plataforma virtual	Estudantes universitários em Ciências Ambientais	DJI Mavic 2 (voos para captura de imagens aéreas)
Introdução do uso de VANTs nos cursos de graduação e as novas tecnologias no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília	2023	Brasil		Aline Cruz Moura	Ensino superior (Graduação em Geociências).	Inserção de VANTs em disciplinas de geociências (cartografia, geologia, geomorfologia) na UnB.	Estudantes de graduação em Geologia/Geociências.	VANTs de asa fixa e/ou multirrotores para mapeamento e fotogrametria.
Práticas pedagógicas no ensino remoto nos cotidianos escolares em tempos de pandemia	2023	Brasil		Fledso Silva Faria; Soler Gonzalez	Educação Básica (principalmente Ensino Fundamental) em contexto de ensino remoto	Práticas pedagógicas no ensino remoto em escolas de educação básica durante a pandemia de COVID-19.	Professores e estudantes da educação básica em atividades de ensino remoto.	Uso pontual de drones e outros artefatos tecnoculturais em projetos de educação ambiental (tipo de drone não especificado).
Use of Drone Photogrammetry as an Innovative, Competency-Based Architecture Teaching Process	2023	México		Jordi Rábago; May Portuguez-Castro	Educação Superior – Graduação (Arquitetura)	Disciplina de projeto/competências em curso de Arquitetura, com uso de fotogrametria.	Estudantes de graduação em Arquitetura.	UAV para fotogrametria (drone quadricóptero, modelo comercial não especificado).
A Learner-Centric Explainable Educational Metaverse for Cyber-Physical Systems Engineering	2024	Coreia do Sul		Seong-Jin Yun; Jin-Woo Kwon; Young-Hoon Lee; Jae-Heon Kim; Won-Tae Kim	Ensino Superior (Engenharia)	Metaverso educacional para sistemas ciberfísicos	Estudantes universitários de Engenharia	Simulação de drones/autonomous drones (nenhum modelo físico citado)
A systematic review of Drone integrated STEM education at secondary schools (2005–2023): Trends, pedagogies, and learning outcomes	2024	China	x	Richard Chung Yiu Yeung; Chi Ho Yeung; Daner Sun; Chee-Kit Looi	Revisão sistemática com foco em Ensino Secundário (Secondary schools)	Revisão sistemática de estudos que integram drones na educação STEM em escolas secundárias, analisando tendências, abordagens pedagógicas e resultados de aprendizagem	Não há intervenção direta; público-alvo da revisão são pesquisadores e formuladores de currículo, com foco indireto em estudantes do ensino secundário	Diversos tipos de drones educacionais/multirrotores reportados nos estudos analisados (sem um modelo único)
Application of Drone Technology in Learning Process Strategies	2024	Malásia		Mohd Jasmy Bin Abd Rahman; Hazimin Bin Nik Hashim; Nur Kamariah Ensinau; Mohamad Zuber Abd Majid	Ensino Médio / Secondary school	Estudo sobre estratégias de uso de drones no processo de ensino-aprendizagem em escolas secundárias.	Estudantes do ensino secundário e professores envolvidos em atividades com STEM e drones.	Minidrones quadricópteros (Parrot Mambo e UAVs semelhantes usados em contexto escolar).
Droneducation: empowering tomorrow's workforce through IR4.0-based curriculum	2024	Malásia		Afifuddin Husairi Hussain; Annisa Ummihusna; Wahiza Wah; Sabariah Eni; Al Amin Mohamed Sultan	Ensino superior e educação profissional (TVET).	Proposta de currículo baseado em Indústria 4.0 centrado em drones para formar força de trabalho futura.	Estudantes de cursos técnicos e de graduação em áreas de Engenharia/Tecnologia.	Ecosistema de tecnologias IR4.0 com foco em drones (multirrotores, sistemas de controle, sensores, IoT, IA).

Nome da obra	Ano	País da pesquisa	Revisão	Autor(es)	Nível de Ensino	Contexto	Público	Tipo de drone ou tecnologia utilizada
Identifying Implementation Strategies for Integrating Drones into STEM and Career Technology Education CTE Programs	2024	Estados Unidos		Timothy F. Slater	Educação Básica, com foco em Ensino Fundamental II e Médio em programas STEM e CTE (EUA)	Estudo com professores para mapear estratégias de implementação de drones em aulas de STEM e cursos de Career & Technical Education (vocacional)	Professores de STEM e CTE (K-12), indiretamente seus estudantes	Drones educacionais/quadricópteros usados em corridas cronometradas, pistas de obstáculos, programação, videografia e estudo de leis/ética de operação
Integrating Industry 4.0 into higher education: a case study of a drone course for multidisciplinary learning	2024	Malásia		Afifuddin Husairi Hussain; Annisa Ummihusna; Sabariah Eni; Wan Nurashiqin Wan Mohamad; Normazidah Che Musa	Ensino superior (Engenharia).	Curso interdisciplinar sobre drones e Indústria 4.0 em universidade, com foco em competências IR4.0	Estudantes de graduação em diferentes áreas da Engenharia.	Drones multirrotores comerciais e simuladores de voo usados em projetos de engenharia e atividades práticas.
Promoting Public Health Through Drone Sports Within Diverse Communities of Middle- and High School Students	2024	Estados Unidos		Ruby H. N. Nguyen; Isabel J. Ricke; Madelyn G. Allen; Martin C. Wetherall	Ensino Fundamental II e Ensino Médio (middle e high school)	Programa de extensão/engajamento em saúde pública usando "drone sports" como atividade STEM e de outreach	Estudantes de escolas de comunidades racialmente diversas (middle e high school)	Drones para "drone sports" (corridas, piloting em ambiente controlado)
Proposal for a Disaster Management Drill Program for High School Students Who Have Never Experienced a Disaster to Foster a Sense of "Awareness that Disaster Affects Everyone"	2024	Japão		Reo Kimura; Kazuki Aikawa	Ensino Médio	Programa de simulação/treinamento de gestão de desastres para estudantes do ensino médio.	Estudantes do ensino médio que nunca haviam vivenciado desastres.	Não se aplica diretamente a drones (foco em simulação e exercícios de gestão de desastres, sem uso específico de UAV).
The Effect of Drones in the Educational Process: A Systematic Review	2024	Grécia	x	Pantelis Pergantis; Athanasios Drigas	Não se aplica (revisão sistemática com múltiplos níveis de ensino)	Revisão sistemática sobre o uso de drones na educação.	Conjunto de estudos envolvendo estudantes da educação básica, ensino médio, superior e professores.	Diversos tipos de drones/UAV relatados nos estudos analisados (sem um modelo único).
Integrating drone technology in STEM education: Curriculum, pedagogy and learning outcomes	2025	China (Hong Kong)		Richard Chung Yiu Yeung; Daner Sun; Chi Ho Yeung	Secundário (Grade 9–10)	Programa DTESC, interdisciplinar, STEM + História + Geografia + Programação	16 estudantes voluntários do ensino secundário (14–17 anos)	Mavic Air, Ryze Tello e iPads

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa vinculada ao Grupo de Pesquisa eBDES: Estudos em Banco de Dados, institucionalizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, informe seu e-mail e assinale seu consentimento no questionário da pesquisa. Uma cópia deste termo, do questionário e de suas respostas será encaminhada ao seu e-mail informado.

Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UNEMAT pelo telefone: (65) 3221-0067 ou pelo e-mail: cep@unemat.br.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Título do projeto: "TECNOLOGIAS DIGITAIS EM SETORES ESTRATÉGICOS (TecDiSE)"

Responsável pela pesquisa: Prof. Dr. Fernando Selleri Silva

Endereço e telefone para contato: UNEMAT, Campus Universitário de Barra do Bugres, Unidade II, Sala Mosaico, Rua José Antonio de Faria, SN, Bairro Jardim Elite, CEP 78390-000, Barra do Bugres/MT. Telefone: 65-3361-6450 e 65-99617-9767

E-mail: selleri@unemat.br

Equipe de pesquisa: Bruno Miranda Onofre, Izabel Kamilla Salles Pacheco, Marcus Vinicius Martines Gracindo Alves, Adriano Serafini Garcez, Rodrigo Fernando Shimazu e Simone de Oliveira Serra.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA:

A pesquisa se propõe a investigar as possibilidades e desafios em torno da introdução de tecnologias digitais, com foco em análise de dados e inovação, em setores



tecnológicos estratégicos como ensino, governo, empreendedorismo e agronegócio, considerando seus conceitos e aspectos metodológicos.

OBJETIVOS DA PESQUISA:

- Caracterizar como tecnologias digitais podem ser empregadas no ensino, governo, empreendedorismo e agronegócio, em uma perspectiva inovadora e inclusiva;
- Avaliar o uso de tecnologias digitais e respectivas metodologias de adoção em contextos estratégicos.

METODOLOGIA DA PESQUISA:

Para alcançar o objetivo proposto, metodologicamente, o presente projeto adota a pesquisa com abordagem qualitativa, de natureza aplicada e, quanto aos objetivos, caracteriza-se por ser uma pesquisa exploratória. São empregados como procedimentos a Pesquisa Bibliográfica, conduzida por meio de conceitos de Revisão Sistemática de Literatura, para a definição de conceitos teóricos e o levantamento de trabalhos relacionados. Também recorrer-se-á a Pesquisa Documental, com consulta a documentos (projetos, relatórios e produções técnicas) relacionados ao contexto das atividades investigadas, por meio da Prospecção Tecnológica.

Atividades que demandem a proposição de práticas de ensino ou práticas pedagógicas serão embasadas nas metodologias ativas. Atividades de desenvolvimento e de gestão, por exemplo desenvolvimento de software/aplicativos, recorrerão às práticas das metodologias ágeis.

Adicionalmente, como procedimento de pesquisa se utilizará da Pesquisa de Opinião (Survey) ou de Grupos Focais com professores, especialistas e outros profissionais que atuam nas áreas de abrangência do projeto, além de procedimentos de Pesquisa-Formação quando envolver participantes de formações ministradas pelos trabalhos de mestrado desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) - Campus de Barra do Bugres e ao Programa de



Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), no contexto do Grupo de Pesquisa Estudos em Banco de Dados, Ensino e Software (eBDES), institucionalizado na UNEMAT.

Os dados serão produzidos e/ou coletados por meio da aplicação de questionários online e, quando necessário, da realização de entrevistas semiestruturadas conduzidas remotamente de forma online, por meio de softwares de web conferência, ou de forma presencial, além da observação participante. Estas atividades serão conduzidas mediante autorização do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNEMAT.

A análise dos dados coletados será realizada empregando conceitos da Meta-Etnografia, Indução Analítica e da Teoria Fundamentada nos Dados (TFD).

A participação é gratuita e ocorrerá somente após a compreensão dos objetivos, riscos e benefícios da pesquisa e adesão a este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

RISCOS QUE PODEM OCORRER NA PESQUISA:

Os riscos são inerentes à atividade de pesquisa que envolve seres humanos, todavia, no contexto do presente projeto adotar-se-ão os procedimentos necessários a fim de mitigá-los. Inicialmente, registra-se que a pesquisa se limitará a coletar a opinião dos participantes por meio de questionário online. As atividades de contato prévio para envio do questionário serão preferencialmente realizadas online, a fim de facilitar a comunicação de forma assíncrona e deixar o participante à vontade para responder ao questionário conforme sua disponibilidade de tempo. No entanto, observa-se que os participantes poderão estar expostos aos seguintes riscos:

- Eventual cansaço ou desconforto em permanecer online para responder ao questionário. Para mitigar esse risco, os questionários online serão encaminhados via e-mail ou por outra via indicada pelo participante, direcionados para que os mesmos levem no máximo 30 minutos para resposta.



- Possível constrangimento em responder às questões em virtude da pouca familiaridade com os assuntos abordados nas questões ou por questões relacionadas às suas relações sociais, crenças e outros. Para reduzir esse risco, as questões se limitarão às temáticas relacionadas ao referido projeto, qual seja tecnologias digitais, inovação, setores tecnológicos, metodologias de ensino, temáticas às quais os participantes por serem professores, estudantes ou especialistas possuem certa familiaridade. Não obstante, será ressaltado aos participantes de que não existem respostas corretas ou erradas sobre as questões elaboradas, deixando os mesmos a vontade para respondê-las sob seu ponto de vista.

Ademais, será preservado o anonimato dos participantes em todas as etapas da pesquisa, bem como nos documentos que vierem a ser divulgados com resultados da pesquisa. Além de ser assegurado o tratamento dos dados pessoais nos termos da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

BENEFÍCIOS ESPERADOS PELA PARTICIPAÇÃO:

Os benefícios aos participantes em síntese se caracterizam pelas reflexões que a pesquisa irá proporcionar em torno das temáticas abordadas, sendo o momento de reviver conceitos vistos na(s) formação(ões) da(s) qual(is) os mesmos participaram, além de poder refletirem sobre suas próprias práticas pedagógicas.

ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS

Você terá acesso às informações quanto ao andamento e resultados da pesquisa pelo telefone 65-99617-9767 e pelo e-mail: selleri@unemat.br.

Os resultados serão divulgados em forma de artigos publicados em eventos e/ou periódicos e na dissertação de mestrado dos pesquisadores Bruno Miranda Onofre, Adriano Serafini Garcez e Rodrigo Fernando Shimazu, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), e Izabel Kamilla Salles Pacheco, Marcus Vinicius Martines Gracindo Alves e Simone de Oliveira Serra, do Programa de



Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT), da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Barra do Bugres, que estará disponível para consulta nas respectivas páginas web dos programas. É garantido o sigilo dos dados dos participantes e o anonimato na divulgação dos resultados da pesquisa.

DURAÇÃO DA PESQUISA

A coleta de dados por questionário online se iniciará somente após a aprovação pelo Comitê de Ética, tendo por previsão serem aplicados no período de 01/07/2025 a 31/08/2025. O projeto de pesquisa possui duração de dois anos, com início em 16/09/2024 e término em 15/09/2026, que envolverá as etapas de coleta de dados bibliográficos e documental, análise de dados e socialização dos resultados.

Versão elaborada em: 27 de agosto de 2024.

Atualizada em: 28 de maio de 2025.

APÊNDICE C - Plano de ensino da formação

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PLANO DE ENSINO

DANDO HÉLICES A IMAGINAÇÃO

O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física

Formador: Adriano Serafini Garcez - adriano.garcez@unemat.br / adrianogarcez@gmail.com

Orientador: Fernando Selleri Silva

Coorientador: Flavio Telles Carvalho da Silva

Membros: Rodrigo Fernando Shimazu, Maria Madalena da Silva Antunes, Bruno Miranda Onofre, Evandro Aparecido dos Santos Zampieri, Prof. Eduardo José Oenning Soares, Luciano Zamperetti Wolski, Frank Willian Rodrigues da Silva.

Período: 16/06/2025 a 16/08/2025

Público Alvo: Professores que lecionam matemática ou física no ensino fundamental, anos finais e ensino médio, e licenciandos em Matemática.

Quantidade: Discentes 10

Comunidade 30

Carga horária: 40 horas

Local de realização: Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Barra do Bugres, Mato Grosso, Laboratório de Informática III.

1. Resumo

Este curso de formação foi desenvolvido para professores do Ensino Fundamental - Anos Finais e Ensino Médio de modo que este possam integrar a utilização dos drones ou RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), amparadas por metodologias ativas de ensino, como recurso pedagógico, apresentando aspectos sobre a legislação brasileira, perspectivas de uso, potencialidades e mercado de trabalho, alinhados às práticas pedagógica do ensino de matemática. Ele responde à recente legislação que promove a Educação Digital e integra o PC

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

nos currículos, como a Lei 14.533 e as atualizações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esta iniciativa, justifica-se diante do crescente mercado de drones, na sua relevância educacional e na necessidade de democratizar o acesso a essa tecnologia. Como metodologia adotou-se o método de ensino híbrido, no formato de sala de aula invertida, com aulas expositivas dialogadas, aprendizagem baseada em problemas e o uso de diversas tecnologias como drones Tello, ESP-Drone e Drone V196, além de recursos como Google Classroom e Scratch-Tello. Possui uma duração de 40 horas distribuídas em um encontro síncrono, três módulos assíncronos, intercalados com um encontro presencial para prática dos conceitos trabalhados em cada módulo. O curso vincula-se a uma pesquisa de mestrado desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e a uma ação de extensão submetida e aprovada junto a Pró-reitoria de Extensão e Cultura, código PJ372-2024, intitulado “Dando Hélices à Imaginação” que visa desenvolver ações educacionais sobre drones ou RPAS, ambos vinculados à Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat).

2. Justificativa da formação

O mercado global de drones, impulsionado por uma gama de aplicações comerciais e industriais, demonstra um crescimento acelerado. Entre 2021 e 2026, espera-se que este setor cresça a uma taxa de 9,4% ao ano, atingindo US\$ 41 bilhões, distribuídos entre os segmentos de hardware, software e serviços. No Brasil, o mercado de drones alcançou US\$ 373 milhões em 2023, o que coloca o país atrás apenas dos Estados Unidos em termos de tamanho de mercado (Droneii, 2021; Itarc, 2023). Diante desse cenário promissor, surge a necessidade de capacitar profissionais para lidar com a legislação específica que regulamenta o uso de drones. A formação em legislação de RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) é essencial, especialmente no contexto educacional, no qual a segurança, o respeito às normas de privacidade e a conformidade com as regulamentações de espaço aéreo são fundamentais para a operação desses equipamentos (Carnahan; Crowley; Zieger, 2016). Além disso, essa formação continuada deve abordar as maneiras de integrar drones como recursos pedagógicos eficientes, particularmente no ensino de matemática. A incorporação de drones no ensino não só alinha a educação às demandas tecnológicas do mercado, mas também enriquece a prática pedagógica com metodologias ativas (Yepes; Barone, 2018a, 2018b; Yepes; Barone; Porciuncula, 2022). Estas metodologias, centradas na participação ativa do estudante, oferecem uma abordagem inovadora que contrasta com os métodos tradicionais de ensino passivo. No ensino de matemática, os

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

drones podem ser utilizados para explorar conceitos complexos de maneira prática e visual, como geometria, trigonometria, e até cálculo, oferecendo aos alunos uma experiência de aprendizado mais envolvente e significativa. Os drones, anteriormente restritos a setores como a indústria aeroespacial, segurança e a fotografia, agora se mostram recursos valiosos para a educação, especialmente quando combinados com Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Essa combinação permite que os alunos não só compreendam melhor os conteúdos teóricos, mas também desenvolvam habilidades críticas para o mercado de trabalho futuro, onde a familiaridade com a tecnologia digital e a capacidade de aplicação prática dos conhecimentos adquiridos serão cada vez mais valorizadas (Yepes; Barone, 2018a, 2018b; Zardo; Reis; Webber, 2021; Ventura *et al.*, 2022; Yepes; Barone; Porciuncula, 2022). Portanto, a formação em RPAS é justificada não apenas pela necessidade de conformidade legal e segurança, mas também pelo potencial educacional que os drones oferecem. Ao integrar esses equipamentos ao ensino de matemática, estamos preparando os estudantes para os desafios tecnológicos do futuro, enquanto fomentamos novas possibilidades de aprendizado e conectado às demandas reais do mercado de trabalho. Esta formação abre espaço para que professores da educação básica, principalmente aqueles que lecionam disciplinas de matemática, possam aprender sobre os drones e também desenvolver estratégias para utilização desses equipamentos dentro do contexto do ensino dessa disciplina.

3. Objetivo Geral

Promover a compreensão dos fundamentos dos drones ou RPAS e suas aplicações práticas no contexto educacional, especialmente no ensino de conceitos de matemática e de física no ensino fundamental, anos finais, e ensino médio, a professores da educação básica.

3.1. Objetivos Específicos

- Apresentar aos participantes conhecimentos fundamentais sobre RPAS (“drone”), incluindo conceitos, legislações, aplicações, mercado de trabalho e áreas de pesquisa, bem como capacitá-los para identificar os diferentes tipos de drones (como open source e comerciais) e suas classificações, funcionalidades e contextos de uso;
- Desenvolver um repertório de habilidades para utilização das plataformas de simulação e programação de drones, promovendo a familiarização com ambientes digitais que possibilitam o planejamento e a execução de voos de maneira segura e educativa;

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

- Fomentar o desenvolvimento de ideias sobre aspectos da produção de conhecimentos matemáticos a partir da utilização do drone como recurso pedagógico com base em planos de aula desenvolvidos pelos participantes destacando possibilidades e desafios sobre o uso desta tecnologia.

4. Fundamentação teórica

As tecnologias digitais estão em constante evolução e estar preparado para utilizá-las no contexto da sala de aula requer tempo e esforço por parte dos professores. Tajra (2012), abre o capítulo do livro *Informática na Educação - Novas Ferramentas Pedagógicas para o Professor na Atualidade, Capacitação de Professores*, ressaltando a importância e a necessidade dos professores se capacitarem para a utilização da informática na educação, ressaltando que o conhecimento do professor diante das tecnologias digitais é determinante para que possa perceber como estas devem ser utilizadas dentro dos interesses educacionais. E se por um lado, estão surgindo novas tecnologias, por outro, os professores devem estar atentos e preparados para identificar seu potencial uso em sala de aula. Nóvoa (1992) discute que o papel da formação está intimamente ligado à “trans-formação” no sentido de que ao formar-se o professor abre-se ao novo ampliando, modificando ou até mesmo confrontando seus conhecimentos. Kensi destaca que a sociedade contemporânea vem passando por uma extensiva transformação quanto ao uso das tecnologias digitais e que com o aumento significativo da utilização dessas tecnologias está “[...] alterando nossa forma de viver e de aprender na atualidade” (Kenski, 2013, n.p). No contexto educacional outros autores destacam as transformações advindas da popularização dos computadores pessoais e da robótica educacional, as quais abriram um leque de possibilidades e oportunidades melhorando a qualidade do ambiente de aprendizagem (Papert, 1985; Mendes Da Silva; Barbosa Da Silva; Leão, 2022). Nesse sentido, os drones que em essência são dispositivos robóticos voadores, podendo ser autônomos ou não, e controlados via radiocontrole ou pré-programados (Suzuki, 2018; Yepes, 2020; Issar, 2024), como dispositivos robóticos educacionais, têm a capacidade de fomentar nos alunos o interesse por carreiras científicas auxiliando a compreensão de conteúdos abstratos e complexos de disciplinas como matemática e física (Hamido; Branco; Machado, 2012; Moreira, 2021; Souza; Castro, 2022; Yepes; Barone, 2018) rompendo com o modelo tradicional e pouco atraente das escolas ao apresentar um ensino contextualizado e mais próximo da realidade (Bacich; Moran, 2018). O termo “drone” que vem do inglês que significa zangão, dá-se em função do som típico que esses aparelhos emitem que

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

lembra um inseto voador. Porém, esse termo não é utilizado da mesma forma em outras partes do mundo, possuindo outras definições para esse tipo de aeronave, ao qual associamos o termo drone no Brasil (Brasil, 2023a; EASA, 2024), deste modo para fins de simplificação e padronização, nesta ação de extensão será utilizado o termo drone para sintetizar todas estas variações de nomenclatura advindas da evolução e melhoria conceitual dada por organismos nacionais e internacionais. Pergantis e Drigas (2024), Carnahan, Crowley e Zieger (2016), Ebeid et al. (2018), entre outros autores concordam que para utilizar drones como recurso pedagógico, deve observar elementos cruciais, desde o adequado preparo dos professores quanto ao uso e a segurança dos alunos, como também ao correto propósito do drone dentro do contexto do conteúdo a ser ensinado. Todo esse movimento torna o drone recurso pedagógico plausível e de potencial sucesso quanto ao seu uso em sala de aula.

Atendimento ao Objetivo 4 - Educação de Qualidade, estabelecido pela Agenda Universal 2030 das Nações Unidas (ONU) como um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente no que se refere a garantia de igualdade de acesso a todos os níveis de educação e formação profissional para os mais vulneráveis e a garantia de aquisição do conhecimento básico de matemática. - Elaboração de material educacional ou orientativo sobre drones, envolvendo a legislação brasileira, perspectivas de uso, potencialidades e mercado de trabalho, alinhados às práticas educacionais do ensino de matemática e ciências

5. Metodologia de Ensino

Como estratégia, será utilizado o Ensino Híbrido (*blended learning*), tendo como suporte a metodologia de sala de aula invertida (*flipped classroom*) (Valente, 2014). O ensino híbrido combina a aprendizagem presencial com atividades on-line, proporcionando uma experiência de ensino mais flexível e adaptada às necessidades individuais dos alunos. Nesta metodologia, os alunos alternam entre momentos de estudo autônomo e atividades colaborativas em sala de aula, com o suporte do professor (Valente, 2014; Bacich; Moran, 2018; Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2021). Associado à metodologia de sala de aula invertida, em que os conteúdos são disponibilizados previamente para serem estudados em casa, permite que os alunos acessem materiais de forma assíncrona (fora da sala de aula) e realizem atividades em plataformas digitais previamente, para após participarem dos encontros presenciais. A sala de aula, então, se torna um espaço para o aprofundamento dos conceitos, resolução de dúvidas e atividades práticas (Valente, 2014; Bergmann; Sams, 2015). A ideia central é que os alunos estudem os

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

materiais de forma autônoma (vídeos, leituras, quizzes) em casa ou on-line, permitindo que o tempo em sala de aula seja usado para atividades mais dinâmicas e colaborativas, como discussões, experimentos e aplicação prática dos conceitos (Bergmann; Sams, 2015; Bacich; Moran, 2018). Além da interação e dos momentos de esclarecimentos e dúvidas, os participantes serão instigados a praticar os conceitos vistos a partir de discussões e a construção de propostas de atividades para conteúdos específicos de matemática, cada um dentro de sua expertise. Como suporte a estas metodologias, será utilizada a plataforma do Google Classroom, onde os estudantes serão estimulados a interagirem previamente.

5.1. Dinâmica da formação

As aulas serão organizadas, utilizando-se duas terminologias: **módulos** para definição das etapas online a serem cumpridas pelos participantes individualmente; e **encontros presenciais** ou simplesmente **encontros** como definição das aulas presenciais. Para cada módulo disponibilizado no Google Classroom (<https://classroom.google.com/c/Njg2MTYwNTI4NzMy>), acessível exclusivamente aos alunos da turma, haverá um encontro presencial correspondente para prática e discussão sobre o que foi visto previamente no módulo on-line. O código da turma, para conceder acesso, será fornecido por e-mail após a confirmação das inscrições.

Previamente, haverá uma live de abertura com duração aproximada de uma hora, para apresentação do ambiente e orientações sobre toda a execução da formação. Para os trabalhos que deverão ser executados em cada encontro, os participantes poderão ser divididos em grupos, de acordo com o tamanho da turma, não ultrapassando 4 pessoas por grupo. Esta dinâmica valerá para todos os encontros.

5.1.1. Etapas da sala de aula on-line (módulos)

Em cada módulo, será disponibilizado os materiais de estudo (vídeos, textos, tutoriais, quizzes) na plataforma do Google Classroom para que os alunos realizem leituras prévias. Estes materiais estarão organizados de modo a subsidiar as atividades a serem executadas durante os módulos e nos encontros presenciais. De forma a auxiliar os participantes, haverá uma sala do Google Meet, que ficará disponível, para que mediante agendamento prévio, seja possível tirar dúvidas durante a execução de cada módulo.

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

5.1.2. Etapas da Sala de aula presencial (encontros)

Durante os encontros, ao participar da aula, os alunos já devem conhecer o conteúdo teórico, pois o foco será a aplicação prática desse conhecimento por meio de exercícios, resolução de problemas, atividades colaborativas em grupo e debates e discussões quanto a adoção desse recurso pedagógico em sala de aula. Nesta perspectiva o professor formador assume o papel de facilitador, ajudando os professores em formação a aplicarem o que aprenderam de forma autônoma.

5.1.3. Organização da formação

- a) **Live de abertura** - encontro on-line síncrono para apresentação do ambiente e esclarecimento de dúvidas (duração de 1 hora);
- b) **Módulo I - Conceitos sobre drones** - disponibilizar materiais para leitura, vídeos, apresentações, trazendo conceitos, história, mercado de trabalho, legislações, tipos de drones, simuladores entre outras perspectivas a respeito dos drones e seu uso. Também serão convidados a realizar cadastro e a construir uma rotina de voo utilizando o simulador de voo de drone. Haverão atividades sobre elementos importantes a respeito do conteúdo estudado, bem como utilização de simuladores de drones (duração de 9 horas).
 - i) **Conteúdos**
 - 1) Descobrimo o mundo dos drones
 - (a) O que são drones (RPA ou ARP);
 - (b) História dos drones e sua evolução;
 - (c) Mercado de trabalho;
 - (d) Tipos de drones e suas classificações;
 - (e) Legislação básica e normas de segurança para o uso de drones no Brasil;
 - (f) Apresentação técnica dos drones educacionais e comerciais;
 - 2) Operando um drone
 - (a) Operando um drone a partir de controle remoto ou aplicativo;
 - (b) entendendo os controles de um drone;
 - 3) Simuladores de drone e Programação de drones educacionais
 - (a) Como programar utilizando blocos na Plataforma scratch;

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

(b) Simuladores de drones;

(c) Conceitos básicos de voo com drones usando plataformas de simulação;

(d) Utilizando a plataforma de simulação DroneBlocks.

ii) Atividades

1) Questionário sobre conhecimentos prévios sobre drone;

2) Quiz sobre quais aspectos legais sobre drone devem ser observados em sala de aula;

3) Cadastrar-se no aplicativo de simulação Drone Blocks e construir uma rotina de voo simples.

c) **Encontro I - Discussão e atividades práticas sobre drones** - destinado a discutir os conceitos sobre RPAS, legislações sobre o assunto, aplicação e/ou uso, mercado de trabalho e áreas de pesquisa. Além disso, serão apresentados drones físicos (drones convencionais, drones educacionais e drones open source) para que os participantes interajam, bem como as plataformas de simulação. Os participantes serão divididos em grupos para exercitar a utilização do ambiente de simulação. Também deverão discutir o uso dos similares de drone no contexto de sua disciplina de matemática, preferencialmente alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (duração de 4 horas);

i) Dinâmica

1) Roda de conversa sobre as impressões dos participantes sobre o drone em si (1 a 5);

2) Apresentação e manuseio físico dos drones Tello, ESP-Drone e Drone V196 e dos simuladores DroneBlocks e Scratch3-Tello (6 a 8);

3) Práticas de voo com drones físicos, via controle remoto (9);

4) Utilizando a plataforma de simulação de drone, produzir uma proposta de aula (10).

d) **Módulo II - Introdução a programação de drones** - Tem como objetivo apresentar materiais sobre a plataforma scratch e sobre ambientes de programação de voo do drones Tello. Serão apresentados critérios de segurança física para um voo seguro com drones. Os participantes serão incentivados a realizar o cadastro na plataforma scratch e

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

construir uma rotina simples contendo 10 passos para fins de exercitar a compreensão quanto ao uso da plataforma (duração de 9 horas).

i) Conteúdos

- 1) Critérios de segurança para uso de drone em sala de aula;
- 2) Perspectiva do uso de drone na educação como recurso pedagógico;
- 3) Utilizando a plataforma de programação Scratch3-Tello.

ii) Atividades

- 1) Quiz sobre aspectos de segurança que o professor deve ter em sala;
- 2) Fórum de discussão sobre os aspectos de segurança para uso do drone em sala de aula, a fim de coletar as percepções dos professores quanto a aplicabilidade desses critérios na realidade escolar;
- 3) Elaborar uma proposta de plano de aula ou sequência didática para ser discutida no módulo presencial.

e) **Encontro II - Discussão e atividades práticas sobre programação de drones** - serão disponibilizados drones educacionais e não educacionais (drone Tello, Drone ESP32 e um drone V196), para que os participantes façam uso, detalhando o uso da plataforma scratch para drone. Os participantes criarão o primeiro roteiro de voo autônomo. Cada um será incentivado a executar seu código utilizando um drone real compatível com a plataforma. Serão apresentadas perspectivas da utilização do drone como recurso pedagógico para ensino de matemática (duração de 4 horas).

i) Dinâmica

- 1) Prática de voo com drones físicos, via programação utilizando Scratch3-Tello (11);
- 2) Debate sobre a utilização do drone em sala de aula recurso pedagógico para ensino de conteúdos de matemática e física (12 a 13);
- 3) A partir de um problema matemático, incentivar os participantes a produzirem uma simulação com a plataforma Scratch3-Tello e Droneblocks para fins de explicar um conteúdo de matemática ou de física (14);
- 4) Produzir coletivamente um ou mais plano de aula ou sequência didática para conteúdos de matemática ou física, utilizando drone virtual (simulador) ou físico como recurso pedagógico (14);

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

5) Debater os pontos positivos e negativos a respeito do uso do drone físico via controle remoto e via programação, e dos ambientes de simulação.

f) Módulo III - Elaborando plano de aulas usando drone como recurso educacional -

Voltado à produção de plano de aula e/ou sequência didática utilizando drones como recurso didático, terá materiais para leitura e vídeos com exemplos de utilização de drones dentro do contexto do ensino, possíveis relações com habilidades e competências da BNCC. Haverão atividades a respeito dos conteúdos apresentados. Além disso, serão apresentadas sugestões de aulas sobre conteúdos de matemática para fins de compreensão de como utilizar drones como recursos didáticos para ensino de matemática e física. Todos os participantes deverão produzir um plano de aula para ser apresentado no último encontro presencial (duração de 9 horas).

i) Conteúdos

- 1) Alinhamento do drone como recurso pedagógico e os instrumentos legais norteadores da educação básica brasileira: BNCC; BNCC Computação; LDB; e Política Nacional de Educação Digital;
- 2) Exemplos de utilização de drone dentro do contexto de sala de aula para ensino de um conteúdo de matemática ou física;

ii) Atividades

- 1) Levantamento sobre as habilidades da BNCC das disciplinas de Matemática e Física, passíveis de serem desenvolvidas a partir da utilização de drones;
- 2) Produzir individualmente um ou mais planos de aula ou sequências didáticas para conteúdos de matemática ou física, utilizando drone virtual (simulador) ou físico como recurso pedagógico que deverá ser apresentado durante o seminário no encontro presencial.

a) **Encontro III - Apresentação dos planos de aula elaborados e discussões** - Os professores em formação apresentarão os planos de aula produzidos, podendo executar as rotinas criadas para a utilização do drone como recurso didático. Após cada apresentação os demais participantes poderão arguir sobre a aula proposta, apresentando sugestões/contribuições para a proposta, e encerramento da formação (duração de 4 horas).

i) Dinâmica

- 1) Seminário de apresentação dos planos de aula produzidos;

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

- 2) Roda de conversa sobre as impressões dos participantes sobre o uso dos drones como recurso didático e o alinhamento com a BNCC;
- 3) Encerramento da formação.

6. Avaliações

Todos os módulos terão exercícios de fixação e checagem para fins de verificar a aderência dos participantes, como também permitir avaliar a aderência do material disponibilizado aos objetivos formativos. Os participantes não serão avaliados do ponto de vista de atribuição de notas, uma vez que o propósito principal é desenvolver habilidades que lhes permitam utilizar os drones em contexto de ensino de Matemática e física. Todos os encontros e módulos tem o objetivo de fornecer aos professores em formação uma sustentação teórica e prática que permita a construção dos saberes necessários para utilizar o drone como recurso didático no contexto da sala de aula.

7. Cronograma

As aulas serão organizadas em um momento on-line síncrono com duração de 1 hora, seguido por 3 módulos on-line assíncronos com duração de 9 horas cada, intercalados com 3 (três) encontros presenciais com duração de 4 (quatro) horas, o que perfaz um total de 40 (quarenta) horas, sendo 28 (vinte e oito) horas on-line e 12 horas presenciais.

Fase	Data(s)
1º Encontro (online síncrono) (1h)	16 de junho, das 19h às 20h
- Módulo I (online assíncrono) (9h)	17 a 27 de junho
- Encontro I (encontro presencial) (4h)	28 de junho, das 8h as 12h
- Módulo II (online assíncrono) (9h)	30 de junho a 11 de julho
- Encontro II (encontro presencial) (4h)	12 de julho, das 8h as 12h
- Módulo III (online assíncrono) (9h)	14 de julho a 15 de

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

	agosto
- Encontro III (encontro presencial) (4h)	16 de agosto, das 8h as 12h
<ul style="list-style-type: none">• horário e local: das 8h às 12h, no Laboratório de Informática III da Unemat	

8. Referências

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 1ªed. Porto Alegre, RS: Penso, 2018. (Desafios da Educação). Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788584291168/>. Acesso em: 8 out. 2024.

BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre, RS: Penso, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788584290499>. Acesso em: 8 out. 2024.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida - uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Ltc-Livros Tecnicos E Cientificos Editora Ltda, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521630876/>. Acesso em: 7 out. 2024.

CARNAHAN, Chris; CROWLEY, Kimberly; ZIEGER, Laura. **Drones in Education: Let Your Students' Imagination Soar**. Eugene: International Society for Tech in Ed, 2016.

DRONEII. **THE DRONE MARKET IN 2021 AND BEYOND: 5 KEY TAKEAWAYS**. Hmburgo, Alemanha: Drone Industry Insights, 2021. Disponível em: <https://droneii.com/wp-content/uploads/2021/08/drone-market-in-2021-2026.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.

ITARC. Brasil tem o principal mercado de drones da América Latina. *In*: ITARC. 6 mar. 2023. Disponível em: <https://itarc.org/brasil-tem-o-principal-mercado-de-drones-da-america-latina/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas-SP: Papyrus Editora, 2013. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/2264>. Acesso em: 16 set. 2024.

MENDES DA SILVA, Ivoneide; BARBOSA DA SILVA, Viviane; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **A robótica educacional como ferramenta mediadora em uma formação continuada com professores de ciências à luz da teoria da atividade**. 1. ed. Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2022. Disponível em: http://editora.ufrpe.br/sites/www.editora.ufrpe.br/files/e-book_Robotica.pdf. Acesso em: 11 set. 2024.

ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
CAMPUS DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

- NÓVOA, Antonio. Formação de professores e profissão docente. *In: OS PROFESSORES E A SUA FORMAÇÃO*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 13–33. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4758>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- PAPERT, Seymour. **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense SA, 1985.
- TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 9. ed. São Paulo: Erica, Iatria, 2012. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536522265/>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, [s. l.], n. spe4, p. 79–97, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602014000800079&lng=pt&lng=pt. Acesso em: 6 abr. 2025.
- VENTURA, Antônio Aritan de Oliveira *et al.* Robótica educacional e utilização de drones na educação: um mapeamento sistemático da literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 17, Research Society and Development, p. e251111739115–e251111739115, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39115>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- YEPES, Igor; BARONE, Dante Augusto Couto. Robótica Educativa: Drones e Novas Perspectivas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 210–219, 2018a. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89293>. Acesso em: 9 ago. 2024.
- YEPES, Igor; BARONE, Dante Augusto Couto. Robótica Educativa: Proposta de Uso de Drones no Apoio ao Processo Pedagógico em disciplinas STEM. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, [s. l.], v. 1, n. 9, 2018b. Disponível em: <https://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/317>. Acesso em: 19 ago. 2024.
- YEPES, Igor; BARONE, Dante Augusto Couto; PORCIUNCULA, Cleber Mateus Duarte. Use of Drones as Pedagogical Technology in STEM Disciplines. **Informatics in Education**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 201–233, 2022. Disponível em: <https://infedu.vu.lt/journal/INFEDU/article/693>. Acesso em: 28 set. 2024.
- ZARDO, Michael; REIS, Cristine Elisa Ramos dos; WEBBER, Carine Geltrudes. Como um drone voa? Descubra na aula de física!. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 292–301, 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121229>. Acesso em: 26 set. 2024.

APÊNDICE D - Questionário de produção de dados



QUESTIONÁRIO ONLINE

DANDO HÉLICES A IMAGINAÇÃO: O USO DE DRONES NO ENSINO DE MATEMÁTICA E FÍSICA

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado vinculada ao Grupo de Pesquisa “Estudos em Bases de Dados, Ensino e Software (eBDES)” e ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

O questionário visa coletar dados junto a professores, participantes de uma formação sobre o uso de drones como recurso pedagógico para o ensino de matemática e física, ofertada pelo eBDES/PPGECM/UNEMAT.

Não é obrigatório identificar-se. Caso se identifique seus dados serão tratados com sigilo e nos termos da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Esta pesquisa tem anuência do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNEMAT, conforme Parecer nº. _____.

Antes de prosseguir por favor leia atentamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) disponível <neste link> e manifeste sua ciência e acordo. Qualquer dúvida, estamos à disposição.

Declaro meu consentimento em participar da pesquisa.

() Sim () Não



Dados do Participante:

1. Nome (opcional):
2. E-mail (opcional):
3. Sexo (opcional):
4. Faixa etária de idade (opcional): até 19 anos; 20 a 24 anos; 25 a 29 anos; 30 a 34 anos; 35 a 39 anos; 40 a 44 anos; 45 a 49 anos; 50 a 54 anos; 55 a 59 anos; 60 a 64 anos; Mais de 65 anos:
5. Formação docente e nível de qualificação (Especialista, Mestre, Doutor, Pós-Doutor):
6. Série/ano em que leciona (5ª série do ensino fundamental, 1º ano do ensino médio, etc):
7. Disciplina(s) que leciona:
8. Em que tipo de escola leciona (pública estadual urbana, pública municipal urbana, privada urbana, etc):
9. Tempo de atuação como docente:

Dados da Formação:

10. Antes da formação, o que você sabia sobre drone?
11. Já conhecia as normas de segurança da legislação brasileira sobre o assunto?
12. Você considera que os drones podem ser utilizados como recurso pedagógico para o ensino de matemática/física? Comente:
13. Como você avalia os drones como recurso robótico para ensino de matemática ou física?
14. Você conhece o termo Pensamento Computacional? Se sim, como você considera que drones possam ser usados para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino?



-
15. Quais foram as maiores dificuldades ou pontos negativos que você identificou quanto ao uso dos drones como recurso pedagógico para ensino de matemática/física?
 16. Quais foram as maiores possibilidades ou pontos positivos que você identificou quanto ao uso dos drones como recurso pedagógico para ensino de matemática/física?
 17. Em sua opinião, os drones podem facilitar a adaptação de conteúdos complexos de Matemática/Física para os alunos? Comente:
 18. Qual(is) suportes ou recursos você gostaria de ter para implementar o uso de drones como recurso didático?
 19. Agora, pós formação, você usaria os drones como recurso pedagógico para ensino de matemática/física? Comente:
 20. Comente algo que não tenha sido tratado ou que tenha ficado em aberto ou ainda que julgue ser pertinente a respeito da utilização de drone como recurso didático.

APÊNDICE E - Modelo - Plano de Aula / Sequência Didática



Modelo - Plano de Aula / Sequência Didática Proposto

Professor: Adriano Serafini Garcez

Plano de aula

Sequência Didática

Informações da Aula

Número da Aula: 1

Título: Visualizando a vista - Aplicação de drones na matemática

Tema: Utilização de drones para compreender medidas de altura e proporções

Turma: 9º ano

Duração da Aula: 2 aulas (100 minutos)

Componente curricular: (MA) - Matemática

Atividade problema

Um corretor de imóveis está vendendo apartamentos na planta, porém, ele quer mostrar para futuros proprietários, qual será a vista que cada apartamento terá a partir de sua sacada. Utilizando drone, construa a rotina para realizar essa tarefa, considerando que o prédio tem 20 andares, sendo cada andar de 3,5 metros. Considere também as quatro fachadas que o prédio possuirá.

Competência(s) Geral(is) BNCC

- CG 1: Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar com a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva;
- CG 2: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas;
- CG 5: Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva;



Dando hélices a imaginação

O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física

Competência(s) Específica(s)

- CEM 2: Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo;
- CEM 5: Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.

Habilidade(s) da BNCC

- EF09MA11: Resolver problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive, de softwares de geometria dinâmica.

Unidade(s) temática(s)

- Geometria
- Pensamento computacional.

Objetivos de conhecimento

- Relações entre arcos e ângulos na circunferência de um círculo.

Objetivo Geral

- Demonstrar para os alunos a relação entre arcos e ângulos na circunferência de um círculo a partir da perspectiva de visão de uma sacada ou de uma janela.

Objetivo(s) Específico(s)

- Compreender a importância da decomposição de um problema em partes menores;
- Desenvolver o raciocínio em relação a utilização de conceitos matemáticos com a prática do cotidiano;
- Fomentar a curiosidade dos alunos para compreender a matemática por traz das relações diárias com o trabalho;



Dando hélices a imaginação

O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física

- Apresentar aos alunos formas de resolver um problemas do cotidiano utilizando a matemática.

Material(is)/Recurso(s) necessário(s)

- Drone com câmera;
- Controle remoto e celular para controlar o drone;
- Fita métrica ou trena;
- Transferidor e régua;
- Calculadoras ou dispositivos com aplicativos de cálculo;
- Computador/tablet/TV para visualização de imagens.

Material(is) auxiliar(es)

- Livro didático;
- Pincel/Giz para quadro;
- Apresentação (slide) para facilitar a apresentação das atividades.

Avaliação (Processo avaliativo)

- Participação ativa nas atividades práticas;
- Precisão na captura e análise das imagens;
- Capacidade de relacionar conceitos matemáticos com a prática;
- Engajamento nas discussões e reflexões propostas.

Procedimento(s) metodológico(s) / Desenvolvimento

Aula 1:

- **Introdução ao Tema (10 minutos):**
 - Apresentar a proposta: utilizar drones para capturar imagens que simulem as vistas de diferentes andares de um edifício em construção.
 - Discutir a importância de compreender medidas de altura e proporções na vida cotidiana.
- **Planejamento da Atividade (15 minutos):**
 - Dividir os alunos em grupos;



Dando hélices a imaginação

O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física

- Explicar que cada grupo será responsável por capturar imagens correspondentes a diferentes alturas, representando andares de um edifício;
- Discutir as medidas de segurança no uso de drones.
- **Coleta de Dados (25 minutos):**
 - Orientar os grupos a operar o drone, ajustando-o para as alturas correspondentes aos andares designados (por exemplo, 3m, 6m, 9m, etc.);
 - Capturar imagens panorâmicas em cada altura;
 - Armazenar as imagens para análise posterior.

Aula 2:

- **Análise das Imagens (20 minutos):**
 - Utilizar computadores ou tablets para visualizar as imagens capturadas;
 - Comparar as vistas de diferentes alturas;
 - Discutir como a altura influencia a amplitude e a qualidade da vista.
- **Aplicação dos Conceitos Matemáticos (20 minutos):**
 - Calcular a altura total do edifício considerando o número de andares e a altura de cada um;
 - Discutir a proporcionalidade entre a altura e a variação da vista;
 - Relacionar as medidas reais com as imagens capturadas.
- **Discussão e Reflexão (10 minutos):**
 - Debater sobre a importância da tecnologia na resolução de problemas práticos;
 - Refletir sobre as aprendizagens adquiridas e possíveis aplicações futuras.

Observações:

- Garantir que todas as operações com o drone sejam realizadas seguindo as normas de segurança e regulamentações locais;
- Adaptar o plano conforme os recursos disponíveis e o nível de conhecimento prévio dos alunos;
- Caso não seja possível sair da sala ou as condições climáticas estejam desfavoráveis ao voo com o drone, realizar a atividade em sala, alterando a escala do prédio e o campo de visão.



Modelo - Plano de Aula / Sequência Didática Proposto

Professor:

() Plano de aula

() Sequência Didática

Informações da Aula

Número da Aula:

Título:

Tema:

Turma:

Duração da Aula:

Componente curricular:

Atividade problema

Competência(s) Geral(is) BNCC

-

Competência(s) Específica(s)

-

Habilidade(s) da BNCC

-

Unidade(s) temática(s)

-

Objetivos de conhecimento



Dando hélices a imaginação
O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física

-

Objetivo Geral

-

Objetivos Específicos

-

Material(is)/Recurso(s) necessário(s)

-

Materiais auxiliares

-

Avaliação

-

Procedimentos metodológicos/Desenvolvimento

Observações:

-

ANEXO A - Parecer de institucionalização do curso



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA
PARECER Nº 495/2025 - PROEC



Processo/Registro	CR152-2025
Edital	SIGAA – Nº 001/2025 - PROEC
Título	Dando Hélices a Imaginação: O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física
Unidade de Vinculação	Barra do Bugres FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
Modalidade de Ação de Extensão/outros	Curso de Extensão
Área Temática	Educação
Coordenação	FERNANDO SELLERI SILVA
Membros	Docente: EDUARDO JOSÉ OENNING SOARES Docente: LUCIANO ZAMPERETTI WOLSKI Técnico: FRANK WILLIAN RODRIGUES DA SILVA Docente: FLÁVIO TELES CARVALHO DA SILVA
Data realização	16/06/2025 a 16/08/2025

HISTÓRICO:

Trata-se de proposta para institucionalização do Curso “Dando Hélices a Imaginação: O Uso de Drones no Ensino de Matemática e Física”.

De acordo com a proposta o Curso tem como objetivo: *Promover a compreensão dos fundamentos dos drones ou RPAS e suas aplicações práticas no contexto educacional, especialmente no ensino de conceitos de matemática e de física no ensino fundamental, anos finais, e ensino médio, a professores da educação básica.*

A proposta foi avaliada internamente na PROEC sendo favorável a institucionalização.

Projeto de Vinculação:

Público-alvo: Comunidade, discente

Número de vagas ofertadas: 40

Carga Horária: 40 horas

Cobrança de inscrições: Não

PARECER:

Diante do exposto, a Pró-reitoria de Extensão e Cultura **APROVA e INSTITUCIONALIZA** o referido Evento/Curso e registra que:

- A Gestão do Evento e as certificações serão realizadas pela plataforma MEU EVENTO, <https://meuevento.unemat.br/eventos/>
- Quando da cobrança de inscrições, a gestão e certificações serão realizadas por uma Fundação de Apoio.
- **Quando da cobrança de inscrições, a coordenação deverá encaminhar o relatório financeiro anexo ao Relatório Final do SIGAA.**
- A ação não pode ser diretamente vinculada a disciplina, mas sim que apresente ações voltadas à comunidade.
- Atividade curricular de extensão não pode estar atrelada às ações das disciplinas previstas no curso, nem ser vinculada a atividades ou avaliações.
- A coordenação, **ao término das atividades**, terá o prazo de 30 dias para encaminhar, pelo SIGAA - sistema acadêmico, o relatório das atividades para avaliação.
- A lista de participantes certificados deve ser inserida no relatório final.
- Qualquer execução financeira, bem como a prestação de contas, decorrentes do objeto desta ação serão de responsabilidade da coordenação o qual responderá pelos seus efeitos às instâncias competentes.

É o parecer:

Encaminha-se ao coordenador


Prof. Dr. Everton Ricardo do Nascimento
Pró-Reitor de Extensão e Cultura
Portaria nº 004/2023

Cáceres, 02 de junho de 2025

ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: TECNOLOGIAS DIGITAIS EM SETORES ESTRATÉGICOS (TecDiSE)

Pesquisador: FERNANDO SELLERI SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 82754524.3.0000.5166

Instituição Proponente: UNEMAT

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.076.637

Apresentação do Projeto:

Trata-se do projeto de pesquisa executado pelo Grupo de Pesquisa “Estudos em Banco de Dados, Ensino e Software”, da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Barra do Bugres que se propõe a investigar as possibilidades e desafios em torno do uso de tecnologias digitais, com foco em análise de dados e inovação, em setores tecnológicos estratégicos como ensino, governo, empreendedorismo e agronegócio. Neste contexto, são consideradas tecnologias digitais de hardware, como computadores, notebooks, tablets, celulares/smartphones, drones e robótica educacional; conceitos de software, como Sistemas Web, Aplicativos Móveis, Inteligência Artificial, Big Data e Realidade Aumentada; e aspectos metodológicos relacionados ao Pensamento Computacional, Teoria das Inteligências Múltiplas, Interatividade, Metodologias Ativas (Gamificação e Aprendizagem Baseada em Projetos) e Metodologias Ágeis. A proposta possui interface com trabalhos de mestrado desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) e se desenvolve no contexto do Grupo de Pesquisa Estudos em Banco de Dados, Ensino e Software (eBDES), institucionalizado na UNEMAT - Campus de Barra do Bugres.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavalhada III

CEP: 78.200-000

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)98120-0113

Fax: (65)99989-7459

E-mail: cep@unemat.br

Continuação do Parecer: 7.076.637

Investigar as possibilidades e desafios em torno da introdução de tecnologias digitais, com foco em análise de dados e inovação, em setores tecnológicos estratégicos como ensino, governo, empreendedorismo e agronegócio, considerando seus conceitos e aspectos metodológicos.

Objetivo Secundário:

Caracterizar como tecnologias digitais podem ser empregadas no ensino, governo, empreendedorismo e agronegócio, em uma perspectiva inovadora e inclusiva; Avaliar o uso de tecnologias digitais e respectivas metodologias de adoção em contextos estratégicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

- A pesquisa apresenta garantia de que danos previsíveis serão evitados, como preconiza a resolução 466/2012.

A pesquisa apresenta, como preconiza a resolução 466/2012:

- Ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos;
- Garantia de que danos previsíveis serão evitados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta:

- Respeito aos participantes da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecida;
- Ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos;
- Garantia de que danos previsíveis serão evitados; e
- Relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração dos interesses envolvidos, não perdendo o sentido de sua destinação sócio-humanitária.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados de acordo com as exigências da resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS-Conselho Nacional de Saúde.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso CEP/UNEMAT após análise do protocolo em comento, de acordo com a resolução 466/2012 e a Norma Operacional

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavallhada III

CEP: 78.200-000

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)98120-0113

Fax: (65)99989-7459

E-mail: cep@unemat.br

Continuação do Parecer: 7.076.637

001/2013 do CNS, é de parecer que não há restrição ética para o desenvolvimento da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2409933.pdf	28/08/2024 21:46:34		Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Simone.pdf	28/08/2024 21:39:43	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Izabel.pdf	28/08/2024 21:39:08	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Marcus.pdf	28/08/2024 21:38:45	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Bruno.pdf	28/08/2024 21:38:22	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Rodrigo_Shimazu.pdf	28/08/2024 21:38:02	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Adriano.pdf	28/08/2024 21:37:36	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Fernando_Selleri.pdf	28/08/2024 21:36:57	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Individual_dos_Participantes_TecDiSE_Izabel.pdf	28/08/2024 21:26:26	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Individual_dos_Participantes_TecDiSE_Simone.pdf	28/08/2024 21:25:06	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Individual_dos_Participantes_TecDiSE_Rodrigo_Shimazu.pdf	28/08/2024 21:24:48	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Individual_dos_Participantes_TecDiSE_Adriano.pdf	28/08/2024 21:24:33	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Individual_dos_Participantes_TecDiSE_Marcus.pdf	28/08/2024 21:24:08	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Individual_dos_Participantes_TecDiSE_Bruno.pdf	28/08/2024 21:23:46	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Termo_Responsabilidade_Pesquisador_TecDiSE_assinado.pdf	28/08/2024 18:39:38	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	formulario_para_projetos_de_pesquisa_da_unemat_TECDiSE_CEP_assinado.pdf	28/08/2024 18:34:45	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Orçamento	Orcamento_Detalhado_TecDiSE_assinado.pdf	28/08/2024 18:18:42	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Questionario_Interatividade_Especialistas.pdf	28/08/2024 18:18:21	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Questionario_TIM_Estudantes.pdf	28/08/2024	FERNANDO	Aceito

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavallhada III

CEP: 78.200-000

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)98120-0113

Fax: (65)99989-7459

E-mail: cep@unemat.br

Continuação do Parecer: 7.076.637

Outros	Questionario_TIM_Estudantes.pdf	18:17:32	SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Questionario_Realidade_Aumentada_Professores.pdf	28/08/2024 18:16:21	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_TCLE_TecDiSE.pdf	28/08/2024 18:11:10	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Declaracao_Nao_Inicio_TecDiSE_assinado.pdf	28/08/2024 17:50:42	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Infraestrutura_CEP_TecDiSE_assinado.pdf	28/08/2024 17:49:48	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Termo_Compromisso_CEP_TecDiSE_assinado_final.pdf	28/08/2024 17:49:04	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Outros	Oficio_Encaminhamento_TecDiSE_assinado.pdf	28/08/2024 17:48:08	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_TecDiSE_assinado_final.pdf	28/08/2024 17:46:45	FERNANDO SELLERI SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CACERES, 13 de Setembro de 2024

Assinado por:
Raul Angel Carlos Olivera
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavallhada III

CEP: 78.200-000

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)98120-0113

Fax: (65)99989-7459

E-mail: cep@unemat.br