



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS - CCET
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL

ISABEL SILVA DE ARAÚJO

**ESTUDO ACERCA DO ENSINO DE NANOSATÉLITES NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
UMA ABORDAGEM PARA O NÍVEL FUNDAMENTAL E MÉDIO**

SÃO LUÍS - MA
JULHO / 2023



ISABEL SILVA DE ARAÚJO

**ESTUDO ACERCA DO ENSINO DE NANOSATÉLITES NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
UMA ABORDAGEM PARA O NÍVEL FUNDAMENTAL E MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Aeroespacial, pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Cidade Universitária: Campus Dom Delgado, São Luís, MA.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Rios Brito Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Alex Oliveira Barradas Filho

SÃO LUÍS - MA

JULHO / 2023



ESTUDO ACERCA DO ENSINO DE NANOSATÉLITES NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ABORDAGEM PARA O NÍVEL FUNDAMENTAL E MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Aeroespacial, pela Universidade Federal do Maranhão -
UFMA, Cidade Universitária: Campus Dom Delgado, São
Luís, MA

ISABEL SILVA DE ARAÚJO

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Rios Brito Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Alex Oliveira Barradas Filho

Prof. Dr. Luis Claudio de Oliveira Silva

Prof. Dr. Marcus Vinicius de Sousa Lopes

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva de Araújo, Isabel.

Estudo Acerca do Ensino de Nanossatélites da Educação Básica: : Uma Abordagem para o Nível Fundamental e Médio / Isabel Silva de Araújo. - 2023.

77 f.

Coorientador(a): Alex Oliveira Barradas Filho.

Orientador(a): Carlos Alberto Rios Brito Júnior.

Curso de Engenharia Aeroespacial, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2023.

1. Currículo Escolar. 2. Educação Científica e Tecnológica. 3. Ensino de Nanossatélites. 4. Ensino Fundamental e Médio. I. Oliveira Barradas Filho, Alex. II. Rios Brito Júnior, Carlos Alberto. III. Título.



Dedico este trabalho a todos que me ajudaram ao longo desta caminhada, em especial, à minha mãe, minha saudosa avó, minha madrinha e minhas irmãs.



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a oportunidade de realizar meu sonho e superar os desafios ao longo do caminho. Sou grata à minha família por seu apoio incondicional, especialmente à minha avó (Dona Brigida, que não se encontra mais entre nós); mãe (Marinalva); minha tia e madrinha (Marineide) e minhas irmãs (Raquel e Daniele), cujas palavras de encorajamento e amor me motivaram a seguir em frente e nunca desistir. Também gostaria de expressar minha gratidão a todos os meus professores e orientadores, que acreditaram em mim e me guiaram ao longo da minha trajetória, sem eles eu não teria chegado tão longe. Quero agradecer aos meus amigos, em especial Jennifer Barraza, Leonardo Victor, Guilherme Coelho, Ighor Coelho e Lucas Lima, por seu apoio, companheirismo e incentivo para que eu pudesse superar todos os obstáculos. Com a ajuda de todas essas pessoas, consegui superar desafios e chegar onde estou hoje. Sou muito grata por todo o apoio e amizade ao longo dessa jornada.



“A ciência progride melhor quando as observações nos forçam a mudar nossas ideias preconcebidas.” (Vera Rubin)



RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o estado da arte do ensino de nanossatélites no ensino básico do Brasil, abordando o nível fundamental e médio, buscando identificar as melhores práticas, recursos e estratégias para sua incorporação efetiva no currículo escolar. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, foram identificados estudos recentes sobre o tema, analisadas as diretrizes curriculares nacionais e os documentos oficiais relacionados, investigadas as melhores práticas utilizadas no ensino de nanossatélites e identificados os recursos didáticos disponíveis. Além disso, foram avaliadas as competências e habilidades desenvolvidas pelos estudantes nesse contexto. Os resultados evidenciam a importância do ensino de nanossatélites, a necessidade de atualização das diretrizes curriculares, o potencial das práticas baseadas em projetos e a integração de disciplinas como robótica e eletrônica. Recomenda-se o apoio do Governo Federal, universidades e iniciativas como a OBSAT (Olimpíada Brasileira de Satélites) e o CubeDesign para superar os desafios e promover a capacitação dos professores e alunos.

Palavras-chave: Ensino de Nanossatélites, Educação Científica e Tecnológica, Currículo Escolar, Ensino Fundamental e Médio.



ABSTRACT

The present work aims to analyze the state of the art of teaching nanosatellites in basic education in Brazil, approaching the fundamental and secondary levels, seeking to identify the best practices, resources and strategies for their effective incorporation in the school curriculum. Through a systematic literature review, recent studies on the subject were identified, trends such as national curriculum guidelines and related official documents, investigated the best practices used in teaching nanosatellites and identified the available teaching resources. In addition, the skills and abilities developed by students in this context were evaluated. The results show the importance of teaching nanosatellites, the need to update curricular guidelines, the potential of practices in projects and the integration of disciplines such as robotics and electronics. Support from the Federal Government, universities and initiatives such as OBSAT (Brazilian Satellite Olympics) and CubeDesign to overcome challenges and promote the training of teachers and students.

Keywords: Teaching Nanosatellites, Scientific and Technological Education, School Curriculum, Elementary and High School.



LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Imagem do primeiro CubeSat brasileiro NANOSATC-BR1. Modelo de Voo e de Engenharia.
- Figura 2** - Replica do Sputnik 1, no Frontiers of Flight Museum, Dallas - Texas.
- Figura 3** - Monitores do CVT-Espacial Augusto Severo (RN) criam startup para propagar ensino de tecnologias espaciais.
- Figura 4** - K-12 US - Estrutura Curricular.
- Figura 5** - BNCC Brasil - Estrutura Curricular - Ensino Fundamental.
- Figura 6** - BNCC Brasil - Estrutura Curricular - Ensino Médio.
- Figura 7** - Equipes da UFMA (Universidade Federal do Maranhão) recebem CubeSats educacionais da AEB em 2020, por meio da 1° OBSAT.
- Figura 8** - Equipe ganhadora da 1° edição da competição CubeDesign.
- Figura 9** - O aluno Asha Punnoose ao lado do TJ3Sat, o primeiro CubeSat construído por estudantes do ensino médio e lançado ao espaço pela Nasa.
- Figura 10** - Captura de tela do arquivo STK Viewer do cenário ASAT chinês. Detritos após 5 min.
- Figura 11** - O satélite foi lançado em 2018, como carga secundária, por meio de um veículo Falcon 9, da SpaceX.
- Figura 12** - Aluna da equipe Sirius Sat da UFMA.
- Figura 13** - Alunos de ensino fundamental na 1° edição da OBSAT em 2020.
- Figura 14** - Capa do E-book.
- Figura 15** - Alunos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), constroem o nanossatélite FloripaSat-1.
- Figura 16** - Rastreamento de satélites pelo software Gpredict.
- Figura 17** - Estrutura geral de um cubesat educacional da empresa brasileira Pion Labs.
- Figura 18** - Equipe do FloripaSat-1 acompanha os testes de vibração, ciclagem térmica, vácuo térmico e de temperatura espacial no INPE, em São José dos Campos (SP).
- Figura 19** - Aldebaran I no 3° Simpósio Latino-Americano de Pequenos Satélites e do 5° Workshop Latino-Americano de CubeSats.



Figura 20 - A equipe Space Bird do SESI de Valinhos (SP) conquistou medalha de ouro na categoria do ensino fundamental da etapa regional do Sudeste, e tiveram seu satélite lançado em um balão atmosférico.

Figura 21 - Alunos e professores no INPE para testes com o Ubatuba Sat.

Figura 22 - Alunos do IEMA na capacitação sobre satélites.



LISTA DE TABELAS

Quadro 1: Tamanho de satélites artificiais.

Quadro 2: Principais diretrizes e recomendações da BNCC e do K-12 relacionadas ao ensino de robótica no ensino básico.



LISTA DE SIGLAS

AEB: Agência Espacial Brasileira.

AU: Austrália.

BNCC: Base Nacional Comum Curricular.

Cal Poly: California Polytechnic State University (Universidade Estadual Politécnica da Califórnia).

cm: Centímetro (Unidade de medida de comprimento).

CSLI: CubeSat Launch Initiative (Iniciativa de lançamento do CubeSat).

CVT- E: Centro Vocacional Tecnológico - Espacial.

ESA: European Space Agency (Agência Espacial Europeia).

EESC: Escola de Engenharia de São Carlos.

EMEF: Escola Militar de Ensino Fundamental.

FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

FAB: Força Aérea Brasileira.

FUNCATE: Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologia Espaciais.

IoT: Internet of Things (Internet das Coisas).

IFSC: Instituto Federal de Santa Catarina.

IEMA: Instituto Estadual de Ciência e Tecnologia do Maranhão.

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

JAXA: Japan Aerospace eXploration Agency (Agência de eXploração Aeroespacial do Japão).

Kg: Quilograma (Unidade de Massa).

K - 12: Kindergarten -12th grade (Jardim de Infância - 12º ano).

MA: Maranhão.

MCTI: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

MEC: Ministério da Educação.

NASA: National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional Aeronáutica e Espacial).

NSF: National Science Foundation (Fundação Nacional de Ciências).

OBSAT: Olimpíada Brasileira de Satélites.

RN: Rio Grande do Norte.



STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

SP: São Paulo.

TLEs: Two-Line Elements (Elementos de duas linhas).

UFMA: Universidade Federal do Maranhão.

UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina.

UFSM: Universidade Federal de Santa Maria.

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos.

USP: Universidade de São Paulo.

US: States United (Estados Unidos).

UNOOSA: United Nations Office for Outer Space Affairs (Escritório das Nações Unidas para Assuntos Espaciais Exteriores)

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura).



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Geral	17
1.2.1 Específico	17
2. INTRODUÇÃO AOS NANOSSATÉLITES: EXPLORANDO CONCEITOS E APLICAÇÕES	18
2.1 Nanossatélites: Definição, História e Evolução	18
2.2 Educação Científica e Tecnológica	21
2.3 Definições e Princípios Orientadores do K-12	23
2.4 Diretrizes Educacionais Brasileiras	25
2.5 Programas Educacionais com Nanossatélites	27
3. METODOLOGIA	32
3.1 Ensino de Nanosatélites em Universidades	32
3.2 Importância do Ensino de Nanosatélites	34
3.3 Métodos e Estratégias para o Ensino de Nanosatélites	35
3.4 Estudos e Pesquisas Recentes sobre o Ensino de Nanosatélites	39
3.5 Análise das Diretrizes Curriculares e Políticas Educacionais	40
3.6 Recursos Didáticos e Tecnológicos	42
3.7 Experiências de Sucesso na Implementação	47
3.8 Desafios e Obstáculos no Ensino de Nanosatélites	51
3.9 Recomendações e Diretrizes para a Efetiva Incorporação	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	64
ANEXO I	71
ANEXO II	72



1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico das últimas décadas tem impulsionado a expansão do mercado espacial, e o desenvolvimento de nanossatélites tem sido uma das principais áreas de inovação nesse setor (NAGEL *et al.*, 2020). Esses pequenos satélites são projetados para realizar diversas tarefas, desde pesquisas científicas até comunicação e observação terrestre (INPE, 2023).

Os nanossatélites têm se tornado cada vez mais populares no mercado devido à sua versatilidade e baixo custo. De acordo com o estudo de mercado "Nanosatellites and Microsatellites Market Statistics 2021-2030", espera-se que o mercado de nanossatélites cresça a uma taxa composta anual de mais de 14,9% durante o período de 2021 a 2030 (HIMANSHU *et al.*, 2021). Isso se deve à crescente demanda por serviços de comunicação, observação da Terra e pesquisa científica. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias como inteligência artificial, aprendizado de máquina e internet das coisas (IoT) tem impulsionado ainda mais o uso de nanossatélites em várias aplicações (HIMANSHU *et al.*, 2021).

A evolução dos nanossatélites tem impactado o mundo de diversas formas. Por exemplo, eles têm sido utilizados para monitorar a poluição do ar e da água, ajudando a melhorar a qualidade de vida das pessoas. Além disso, a utilização de nanossatélites na agricultura tem permitido o monitoramento de safras e a análise de solo, contribuindo para a produção de alimentos de forma mais eficiente e sustentável. Outra área que tem sido beneficiada pela utilização de nanossatélites é a previsão do tempo, permitindo que as autoridades possam se preparar melhor para desastres naturais como furacões, enchentes e secas (HAQ, 2022).

Apesar dos avanços e benefícios trazidos pelos nanossatélites, também há desafios a serem superados. Um estudo publicado em 2022 na revista "Computer Networks" aponta que um dos principais desafios é garantir a segurança e a privacidade dos dados transmitidos pelos nanossatélites, especialmente em relação a aplicações militares e de defesa (TEDESCHI *et al.*, 2022). Além disso, a gestão de lixo espacial e a coordenação de órbitas também são questões críticas a serem enfrentadas. Ainda assim, é inegável o impacto positivo que os nanossatélites têm tido em diversas áreas e sua importância para o desenvolvimento de tecnologias espaciais mais avançadas (ESA, 2014).



No entanto, apesar de ser uma área promissora, ainda são poucas as instituições de ensino que oferecem uma formação adequada para que os alunos possam compreender a tecnologia por trás dos nanossatélites e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento do setor (INPE, 2023). Nesse sentido, a implementação de diretrizes para o ensino teórico e prático de nanossatélites educacionais nas escolas a partir do ensino fundamental e médio pode ser uma ferramenta importante para promover a formação de novos profissionais na área aeroespacial (INPE, 2023).

Os nanossatélites educacionais têm sido utilizados como ferramenta para aprimorar a educação em áreas relacionadas à tecnologia, ciência e engenharia. Esses satélites são projetados e construídos por alunos e professores, proporcionando uma oportunidade única para aprender e aplicar conceitos teóricos em um projeto prático. Além disso, o ensino de nanossatélites pode ser um meio importante para despertar o interesse dos alunos pela ciência e tecnologia, e, conseqüentemente, incentivar a formação de novos profissionais na área de engenharia aeroespacial (ERENO, 2014).

Considerando a importância desse campo em constante evolução, é fundamental que as instituições de ensino básico do Brasil acompanhem essa tendência, proporcionando aos alunos uma formação adequada em tecnologia espacial. Dessa forma, o ensino de nanossatélites educacionais pode se tornar um recurso importante para o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) nas escolas de ensino básico no Brasil.

1.1 Justificativa

Com a crescente importância do setor espacial no mundo, é fundamental que o Brasil invista em tecnologia e formação de profissionais para atuar nessa área. Nesse sentido, as instituições de ensino básico têm um papel crucial na formação de estudantes com interesse em engenharia aeroespacial, matemática, física e outras áreas afins (AEB, 2020).

O ensino de nanossatélites educacionais nas escolas de ensino fundamental e médio pode ser uma excelente maneira de envolver os alunos em estudos



científicos e tecnológicos, além de despertar o interesse em áreas como engenharia aeroespacial, matemática e suas tecnologias, assim como as ciências naturais e suas tecnologias (IFSC, 2017). Através do ensino de nanossatélites, os alunos podem desenvolver habilidades de programação, eletrônica e mecânica, além de aprender sobre as tecnologias de satélites e suas aplicações (IFSC, 2017).

Portanto, a investigação sobre o estado da arte do ensino de nanossatélites no ensino básico no Brasil é relevante para impulsionar a educação de qualidade, desenvolver habilidades científicas e tecnológicas, despertar o interesse dos estudantes e contribuir para o crescimento do setor espacial brasileiro.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo acerca do ensino de nanossatélites no ensino básico no Brasil, para identificar as melhores práticas, recursos e estratégias para a incorporação efetiva desse tema no currículo escolar, visando o avanço da educação científica e tecnológica e a formação de profissionais capacitados para o setor espacial.

1.2.1 Específico

- ❖ Realizar um estudo sobre pesquisas mais recentes sobre o ensino de nanossatélites no ensino básico.
- ❖ Realizar um estudo sobre as diretrizes curriculares nacionais e os documentos oficiais relacionados ao ensino básico no Brasil, buscando identificar possíveis referências ou orientações para a inclusão do ensino de nanossatélites.
- ❖ Realizar um estudo sobre as melhores práticas e metodologias utilizadas em experiências bem-sucedidas de ensino de nanossatélites no contexto nacional e internacional.
- ❖ Realizar um estudo sobre os recursos didáticos, materiais e tecnologias disponíveis para o ensino de nanossatélites no ensino básico.



2. INTRODUÇÃO AOS NANOSSATÉLITES: EXPLORANDO CONCEITOS E APLICAÇÕES

No presente capítulo, será abordado o universo dos nanossatélites, explorando seus conceitos e aplicações inovadoras. Inicialmente, será dada a definição dos nanossatélites, sua trajetória histórica e evolução tecnológica ao longo dos anos. A seguir, a importância da educação científica e tecnológica na formação de novas gerações de talentos e o papel essencial do ensino nesse contexto.

Em seguida, as definições e princípios orientadores do K-12, bem como as diretrizes educacionais brasileiras que sustentam o desenvolvimento de uma educação de qualidade e alinhada às necessidades do século XXI. Por fim, será examinado exemplos concretos de programas educacionais que utilizam nanossatélites como uma poderosa ferramenta para inspirar e capacitar estudantes, permitindo-lhes se envolver ativamente em projetos espaciais e contribuir para a inovação tecnológica em escala global. Através dessa jornada, será possível compreender como a combinação entre nanossatélites e educação pode gerar um impacto significativo no avanço científico, tecnológico e educacional da sociedade.

2.1 Nanossatélites: Definição, História e Evolução

Os nanossatélites são pequenos dispositivos projetados para operar no espaço, que segundo a Tabela 1, têm nomes específicos dependendo da sua massa. Esses diminutos artefatos têm despertado um interesse crescente na comunidade científica e no setor espacial devido à sua versatilidade e potencial para uma ampla gama de aplicações (INPE, 2023).

A diminuição de tamanho desses satélites se deve ao avanço da tecnologia de eletrônicos e de sistemas embarcados, além da redução de custos de lançamento, o que possibilitou a criação de um mercado para esse tipo de satélite. Esses satélites são utilizados em diversas áreas, como monitoramento ambiental, comunicação, observação da Terra, pesquisa científica e até mesmo em missões de exploração espacial (GARCIA *et al*, 2018).

Quadro 1: Tamanho de satélites artificiais.

TAMANHO	MASSA (kg)
Grandes satélites	Maior a 1000 kg
Satélites médios	Entre 500 e 1000 kg
Mini satélites	Entre 100 e 500 kg
Microssatélites	Entre 10 e 100 kg
Nanossatélites	Entre 1 e 10 kg
Picossatélite	Entre 0,1 e 1 kg
Femtossatélite	Menor a 100 g

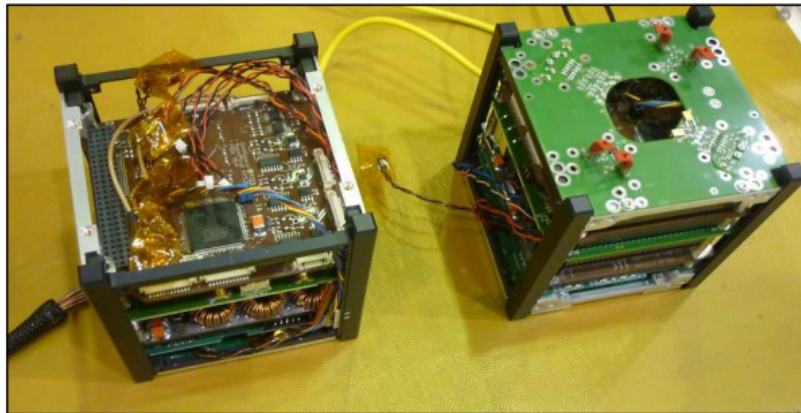
Fonte: (INPE, 2023). Adaptado.

Os nanossatélites podem ser utilizados para monitorar o meio ambiente, estudar a atmosfera, realizar pesquisas científicas, coletar dados meteorológicos e até mesmo fornecer comunicações e serviços de observação da Terra em tempo real (HESTAD et al, 2023).

No contexto educacional, o ensino de nanossatélites desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de habilidades científicas, tecnológicas, de engenharia e matemática nos estudantes (INPE, 2023). Através do estudo desses pequenos dispositivos, os alunos têm a oportunidade de explorar conceitos complexos, como órbitas, mecânica celeste, comunicações espaciais e processos de fabricação de satélites, conforme a Figura 1, onde o nanosatélite foi desenvolvido por alunos e professores.

De acordo com MJ Caylor et al. (1999), o ensino de pequenos satélites permite que os alunos apliquem conhecimentos teóricos em um contexto real, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico. Além disso, a manipulação de tecnologias de ponta, como sensores, computadores de bordo e sistemas de comunicação, promove uma compreensão mais profunda dos princípios científicos e das aplicações práticas da engenharia espacial (CAYLOR, 1999).

Figura 1: Imagem do 1º CubeSat brasileiro NANOSATC-BR1. Modelo de Engenharia e de Voo.



Fonte: SILVA *et al*, 2019).

A história dos satélites artificiais remonta à década de 1950, quando a União Soviética lançou o primeiro satélite artificial da Terra, o Sputnik 1 (Figura 2), em 1957. Desde então, a tecnologia de satélites evoluiu muito, permitindo o desenvolvimento de satélites de dimensões cada vez menores, como é o caso dos nanossatélites. No entanto, foi somente a partir da década de 1990 que o mercado de nanossatélites começou a se desenvolver, com o lançamento dos primeiros nanossatélites experimentais (SILVA *et al*, 2019).

Figura 2: Replica do Sputnik 1, no Frontiers of Flight Museum, Dallas - Texas.



Fonte: (FRONTIERS OF FLIGHT MUSEUM, 2020).

A evolução dos nanossatélites no mercado tem sido bastante significativa nos últimos anos. Isso se deve, em grande parte, ao baixo custo de fabricação e lançamento desses satélites, além da sua versatilidade de uso. A possibilidade de



criar e lançar nanossatélites de forma mais acessível tem permitido que empresas e universidades de diversos países possam explorar o espaço e desenvolver novas tecnologias em uma escala menor (CALABRIA *et al*, 2023).

Em síntese, os nanossatélites surgem como uma alternativa viável e acessível para o desenvolvimento da tecnologia espacial. O seu baixo custo de fabricação e lançamento, aliado à sua versatilidade de uso, tem permitido que empresas e universidades de diversos países possam explorar o espaço e desenvolver novas tecnologias em uma escala menor. É possível que essa tecnologia possa contribuir significativamente para a evolução da ciência e tecnologia espacial e para o desenvolvimento de soluções para problemas globais (MIRANDA *et al*, 2019).

2.2 Educação Científica e Tecnológica

A educação científica e tecnológica é um tema de grande testemunho na sociedade atual, que tem como objetivo a formação de indivíduos críticos e capacitados para lidar com os avanços tecnológicos e científicos que ocorrem a cada dia. Segundo a UNESCO (2017), a educação científica e tecnológica é essencial para o desenvolvimento sustentável e a promoção do bem-estar social. Com isso, é fundamental que as escolas proporcionem uma educação científica e tecnológica de qualidade, para que os alunos desenvolvam habilidades e competências necessárias para a vida e para o mercado de trabalho.

A utilização de tecnologias educacionais tem sido uma prática cada vez mais comum nas escolas. A inserção de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para tornar as aulas mais dinâmicas e atraentes, favorecendo a aprendizagem e o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para a formação de indivíduos críticos e qualificados (LIMA *et al.*, 2021).

Nesse sentido, o Centro Vocacional Tecnológico Espacial Augusto Severo (CVT-Espacial), localizado no Rio Grande do Norte, teve um impacto transformador na vida dos estudantes do curso de ciência e tecnologia na UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Após se envolverem como monitoria no "Dia Espacial" do CVT-E, alguns alunos decidiram iniciar uma startup (Figura 3). O CVT-E oferece oficinas práticas, como missões espaciais, robótica e observação,

proporcionando uma oportunidade para estudantes de escolas públicas conhecerem e aprenderem sobre a construção de satélites, rovers e lançamento de foguetes (AEB, 2020).

O nome da startup é Space Educ e tem por objetivo fornecer um Kit Educacional, chamado Cansat, para crianças no final do ensino fundamental e início do ensino médio, a fim de aprenderem a montar e lançar um satélite em formato de uma lata de refrigerante. O CVT-E tem desempenhado um papel importante ao motivar estudantes, professores e monitores, despertando o espírito empreendedor e contribuindo para o desenvolvimento do mercado espacial no Brasil, como destacou o ex-presidente da AEB (Agência Espacial Brasileira), Carlos Moura (AEB, 2020).

Figura 3: Monitores do CVT-Espacial Augusto Severo (RN) criam startup para propagar ensino de tecnologias espaciais.



Fonte: (AEB, 2020).

No entanto, apesar dos avanços e benefícios das tecnologias educacionais, ainda existem desafios a serem enfrentados na educação científica e tecnológica. Em suma, é fundamental para a formação de indivíduos críticos e capacitados para lidar com os avanços tecnológicos e científicos da sociedade atual.



2.3 Definições e Princípios Orientadores do K-12

O termo "K-12" refere-se às etapas de ensino desde a pré-escola (Kindergarten) até o 12º ano (12th grade) (Figura 4). No contexto do ensino de tecnologia, o K-12 americano enfatiza a importância de desenvolver competências digitais, programação, pensamento computacional e conhecimentos em áreas como robótica, engenharia e ciência da computação. Esse currículo abrangente e progressivo visa preparar os alunos para o mundo digital em constante evolução, fornecendo-lhes as habilidades necessárias para serem participantes ativos e eficazes na sociedade moderna (SARMIENTO *et al*, 2016).

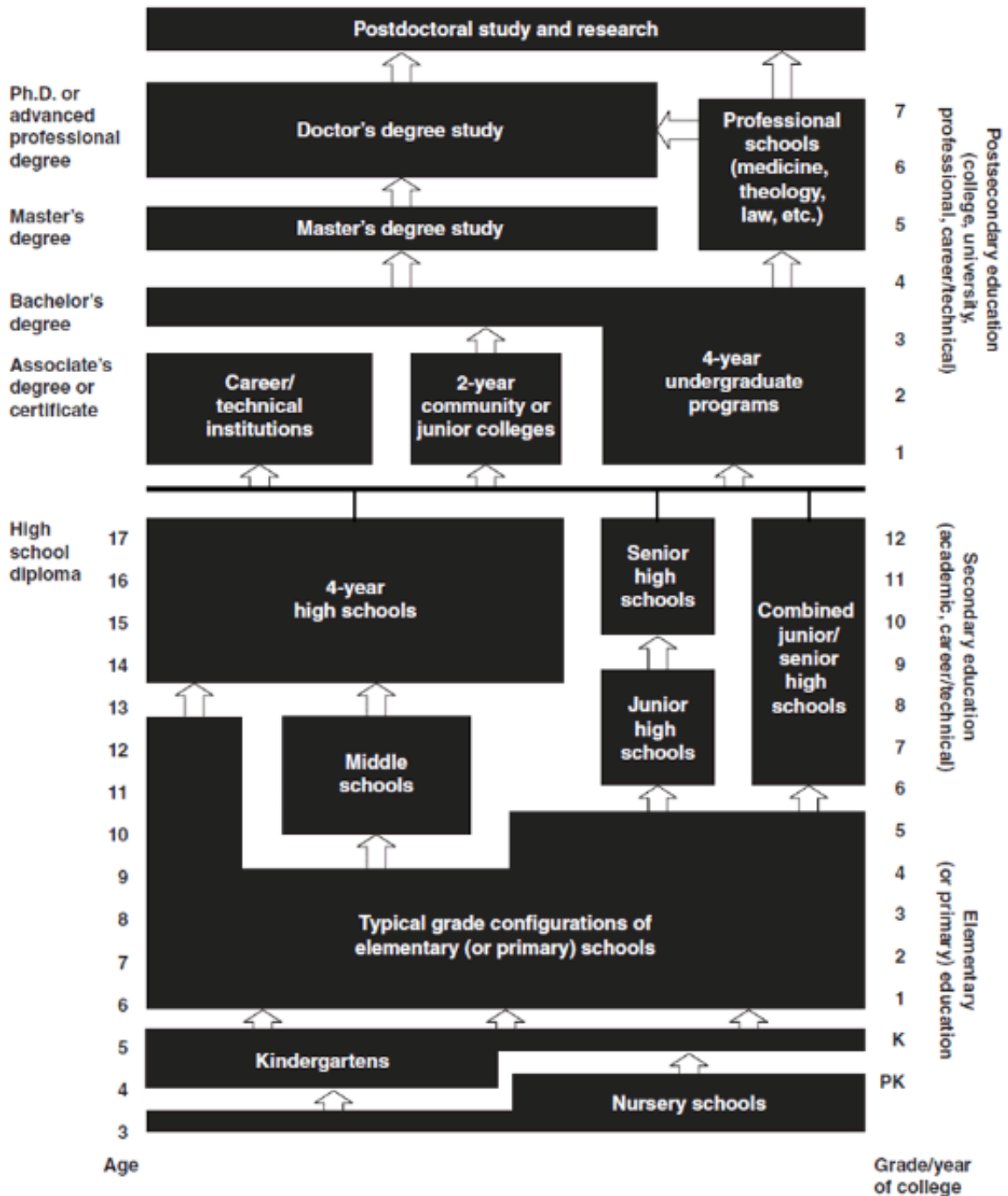
No contexto do ensino de nanossatélites, o sistema educacional K-12 nos Estados Unidos pode proporcionar uma oportunidade única para introduzir e envolver os estudantes desde as séries iniciais até o ensino médio no campo espacial. Ao integrar o ensino de tecnologia e ciências, o currículo K-12 permite que os alunos aprendam sobre conceitos fundamentais de engenharia, programação e eletrônica, podendo preparar os alunos para explorar e experimentar com nanossatélites, despertando seu interesse e estimulando sua curiosidade científica.

De acordo com Hitendra Pillay (2022) da Queensland University of Technology - AU, a educação científica e tecnológica deve ser projetada para "preparar os estudantes para compreender, usar e contribuir para a ciência e a tecnologia em um mundo em rápida mudança". Para alcançar esse objetivo, o ensino deve ser baseado em três princípios orientadores: (1) a ciência e a tecnologia devem ser ensinadas como formas de conhecimento distintas, (2) o ensino deve ser baseado em investigação e (3) deve-se ensinar a ciência e tecnologia em um contexto social e confiança relevante (PILLAY *et al*, 2022).

Além desses princípios orientadores, há uma série de definições que são adotadas para orientar a educação científica e tecnológica no K-12 americano. Essas definições e princípios orientadores são fundamentais para orientar a prática educacional em ciência e tecnologia no K-12. Eles são usados para guiar a seleção de conteúdos curriculares, a concepção de atividades e projetos educacionais, e a avaliação do desempenho dos alunos. Além disso, esses princípios e configurações são considerados importantes para ajudar a preparar os estudantes para uma

sociedade em constante mudança, onde o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais relevante (SARMIENTO *et al*, 2016).

Figura 4: K-12 US - Estrutura Curricular.



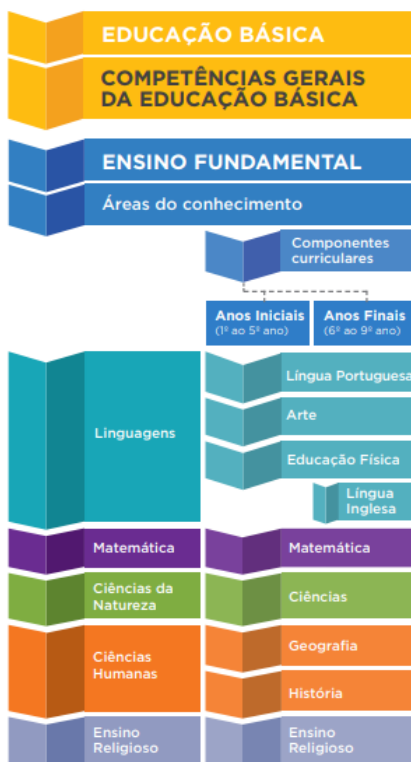
Fonte: (SARMIENTO *et al*, 2016)

2.4 Diretrizes Educacionais Brasileiras

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil oferece uma estrutura educacional que pode ser relacionada ao ensino de nanossatélites. Ao abordar competências e habilidades no campo da ciência e tecnologia, ela fornece diretrizes para a introdução de temas contemporâneos e inovadores, como os nanossatélites, no currículo escolar. Dessa forma, possibilita a formação de estudantes aptos a compreender, explorar e participar ativamente do avanço científico e tecnológico, preparando-os para atuar na indústria espacial e áreas correlacionadas.

O ensino básico é o termo utilizado para se referir ao conjunto de etapas iniciais da educação formal, que compreendem o ensino fundamental e o ensino médio (Figura 5). O ensino fundamental é a primeira etapa do ensino básico e tem como objetivo proporcionar uma formação geral, abrangendo conhecimentos em diferentes áreas, como linguagem, matemática, ciências, história, geografia, entre outras. Geralmente, o ensino fundamental abrange os anos iniciais (1º ao 5º ano) e os anos finais (6º ao 9º ano), totalizando nove anos de estudo (BNCC, 2017).

Figura 5: BNCC Brasil - Estrutura Curricular - Ensino Fundamental.



Fonte: (BNCC, 2017)

Já o ensino médio (Figura 6) é a etapa subsequente ao ensino fundamental e tem como propósito consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos anteriormente. É nessa fase que os estudantes têm a oportunidade de escolher áreas de estudo mais específicas, como ciências humanas, ciências da natureza, matemática e linguagens. Além disso, o ensino médio também visa preparar os estudantes para ingressar no ensino superior ou para o mercado de trabalho, oferecendo uma formação mais ampla e aprofundada (BNCC, 2017).

Figura 6: BNCC Brasil - Estrutura Curricular - Ensino Médio.



Fonte: (BNCC, 2017)

Ambas as etapas do ensino básico são fundamentais para a formação educacional dos indivíduos, fornecendo conhecimentos essenciais para o desenvolvimento pessoal, social e profissional. O ensino básico é obrigatório e gratuito no Brasil, garantido pela Constituição Federal, e tem como objetivo promover a igualdade de oportunidades de acesso à educação para todos os cidadãos (BNCC, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento que estabelece as diretrizes educacionais para a Educação Básica no Brasil. Ela foi instituída em 2017 e é uma referência obrigatória para todos os sistemas de ensino do país. Ela é composta por uma matriz curricular que define as habilidades e competências que



os alunos devem adquirir em cada etapa da Educação Básica, incluindo o ensino de ciência e tecnologia (BNCC, 2017).

A BNCC para o ensino de ciência e tecnologia tem como objetivo garantir que os alunos desenvolvam competências e habilidades que os capacitem a compreender o mundo e a interagir com ele de maneira crítica e reflexiva. O documento estabelece que o ensino de ciência e tecnologia deve ser baseado em metodologias ativas e interativas, que estimulem o desenvolvimento da criatividade, do pensamento lógico e da resolução de problemas (CASTAGNARO, 2023).

De acordo com a BNCC, o ensino de ciência e tecnologia deve ser integrado e multidisciplinar, explorando temas como sustentabilidade, saúde, tecnologia, meio ambiente e sociedade. Além disso, a BNCC estabelece que o ensino de ciência e tecnologia deve estar atento às demandas da sociedade e do mercado de trabalho, preparando os alunos para o mundo tecnológico e globalizado em que vivemos (CASTAGNARO, 2023).

2.5 Programas Educacionais com Nanossatélites

A inclusão do ensino de nanossatélites no currículo escolar também tem implicações significativas para o futuro do país no campo espacial. Ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de explorar e experimentar com tecnologias espaciais avançadas desde cedo, o Brasil pode fortalecer sua base de conhecimento e formar uma nova geração de profissionais altamente qualificados para atuar na indústria espacial e nas áreas relacionadas. Isso contribui para a expansão do setor, o desenvolvimento de pesquisas e a participação do país em missões espaciais (AEB ESCOLA, 2022).

Os nanossatélites vêm sendo utilizados como ferramenta para a promoção da educação científica e tecnológica em diversos países ao redor do mundo. Programas educacionais com nanossatélites foram introduzidos com o objetivo de engajar alunos em atividades práticas e interdisciplinares, promovendo o desenvolvimento de habilidades em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), além de estimular o interesse pela área espacial. Dentre os países que têm investido em programas educacionais com os chamados Cubesats, destacam-se Estados Unidos, Japão e vários países da Europa (MARTÍNEZ *et al*, 2022).



Um Cubesat é um tipo de satélite miniaturizado e padronizado, com dimensões e especificações técnicas definidas. Esses satélites têm formato cúbico e são compostos por unidades de medida de 10 centímetros de lado, conhecidas como "cube". Assim, um Cubesat padrão possui dimensões de 10 cm x 10 cm x 10 cm. O conceito de Cubesat foi iniciado pela California Polytechnic State University (Cal Poly) e pela Stanford University, nos Estados Unidos, no final dos anos 1990. Eles desenvolveram esse padrão de satélite com o objetivo de oferecer uma plataforma de baixo custo, acessível e padronizada para pesquisas e experimentos espaciais (CAYLOR, 1999).

Nos Estados Unidos, um dos programas mais conhecidos é o CubeSat Launch Initiative (CSLI), lançado pela NASA em 2012, que permite a instituições de ensino e empresas desenvolverem e lançarem seus próprios nanossatélites. Além disso, a National Science Foundation (NSF) também tem investido em programas educacionais com nanossatélites, como o programa CubeSat, que oferece suporte financeiro e técnico para a construção e lançamento de CubeSats por estudantes de universidades (NASA, 2023).

No Japão, o programa "KiboCUBE", lançado em 2015 pela agência espacial japonesa JAXA, tem como objetivo promover a educação científica e tecnológica entre estudantes do ensino médio e universitários por meio da construção e lançamento de nanossatélites. O programa oferece suporte técnico e financeiro para a construção dos CubeSats, além de treinamento para os alunos envolvidos no projeto (UNOOSA, 2023).

O programa "Fly Your Satellite!" é uma iniciativa da Agência Espacial Europeia (ESA) que envolve projetos CubeSat executados por estudantes universitários. Sob a supervisão da ESA, os estudantes têm a oportunidade de participar de todas as etapas de um projeto espacial, desde o planejamento até o lançamento. A ESA oferece suporte técnico direto, acesso a instalações de teste e a possibilidade de lançamento dos CubeSats selecionados (ESA, 2022).

O programa faz parte do Programa de Educação da ESA, que busca promover a literacia e competência em ciência e tecnologia, inspirando os jovens a seguir carreiras nessas áreas, incluindo o domínio do espaço. A ESA é uma organização internacional que coordena os esforços de seus Estados Membros para

realizar programas e atividades abrangentes no campo espacial, abrangendo desde observação da Terra até exploração espacial e tecnologia (ESA, 2022).

No Brasil, a Olimpíada Brasileira de Satélites MCTI (OBSAT) é uma competição científica de âmbito nacional concebida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e organizada pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB/MCTI), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/MCTI) e a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP). A OBSAT tem como objetivo principal estimular o interesse dos estudantes brasileiros pelo setor espacial, promovendo a cultura científica e tecnológica (OBSAT, 2020).

A OBSAT é composta por equipes de estudantes de nível superior e nível básico, abrangendo tanto o ensino superior quanto o ensino fundamental e médio. A competição é dividida em diferentes desafios, nos quais os participantes desenvolvem projetos relacionados a satélites e tecnologia espacial (OBSAT, 2020).

Figura 7: Equipes da UFMA (Universidade Federal do Maranhão) recebem CubeSats educacionais da AEB em 2020, por meio da 1º OBSAT.



Fonte: (A autora, 2023).

Nesse sentido, em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), a startup brasileira Pion Labs tem desempenhado um papel fundamental na distribuição de 400 nanosatélites (Figura 7) educacionais em todo o Brasil, por meio da 1º Olimpíada Brasileira de Satélites (OBSAT), realizada durante o ano de 2020. Essa iniciativa tem proporcionado a oportunidade para estudantes de diferentes regiões do país participarem ativamente do desenvolvimento, lançamento e

operação desses satélites, consolidando o aprendizado teórico com a prática. Através dessa parceria estratégica, a Pion Labs e a AEB têm contribuído para despertar o interesse pela ciência e tecnologia espacial, bem como para promover a formação de futuros profissionais capacitados no setor espacial brasileiro (PION Labs, 2020) .

Uma das iniciativas igualmente relevante é o CubeDesign, promovido pelo INPE. O CubeDesign é uma competição específica para estudantes universitários e de nível médio, na qual as equipes são desafiadas a projetar, desenvolver e fabricar um CubeSat funcional (INPE, 2021). A primeira edição do CubeDesign foi realizada em 2018, em São José dos Campos (SP), na sede do INPE, e contou com a participação de quatro equipes de diferentes instituições de ensino. A equipe vencedora foi a Zenith EESC USP (Figura 8), um grupo extracurricular da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP) (IFSC, 2018).

A equipe Zenith é composta por cerca de trinta alunos da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), do Instituto de Física de São Carlos (IFSC/USP) e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Eles começaram a trabalhar no projeto do "Cubesat" em março do mesmo ano e se dedicaram a elaborar o projeto e construir o protótipo para a competição (IFSC, 2018).

Figura 8: Equipe ganhadora da 1ª edição da competição CubeDesign.



Fonte: (IFSC, 2018).



Tanto a OBSAT quanto o CubeDesign do INPE proporcionam oportunidades valiosas para estudantes de diferentes níveis de ensino. Os desafios envolvem a aplicação prática de conhecimentos científicos e tecnológicos, estimulando o trabalho em equipe, a criatividade, a inovação e o desenvolvimento de habilidades técnicas. Além disso, essas competições promovem a integração entre instituições de ensino e pesquisa, incentivando a troca de conhecimentos e experiências no campo da ciência e tecnologia espacial (OBSAT, 2020; IFSC, 2018).

Dessa forma, a OBSAT e o CubeDesign do INPE contribuem para o fortalecimento do ensino de nível superior e básico, proporcionando aos estudantes a oportunidade de se envolverem ativamente no desenvolvimento de projetos espaciais. Essas iniciativas buscam despertar o interesse dos jovens pela área espacial, formando futuros profissionais altamente qualificados e engajados no setor, além de fomentar a pesquisa e a inovação tecnológica no Brasil.

Em resumo, os programas educacionais com nanossatélites têm se mostrado uma ferramenta importante para a promoção da educação científica e tecnológica em diversos países ao redor do mundo. Tais iniciativas têm permitido a estudantes de diferentes níveis de ensino terem acesso a atividades práticas e interdisciplinares, além de estimular o interesse pela área espacial.



3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho baseia-se em uma abordagem de revisão sistemática da literatura, que envolve a busca, seleção e análise de estudos e pesquisas sobre o ensino de nanossatélites no ensino básico. A revisão sistemática busca identificar tendências, lacunas de conhecimento e melhores práticas no campo, fornecendo uma base para a compreensão do estado da arte e a formulação de recomendações. A metodologia também inclui a análise de diretrizes curriculares, bem como a investigação de recursos didáticos e tecnológicos disponíveis para o ensino de nanossatélites.

3.1 Ensino de Nanosatélites em Universidades

A utilização de nanossatélites nas universidades ao redor do mundo tem se mostrado uma oportunidade promissora para o ensino de ciência e tecnologia. Esses pequenos satélites, com dimensões reduzidas e custos acessíveis, permitem que os estudantes desenvolvam habilidades práticas e adquiram conhecimentos sobre engenharia espacial, sistemas de comunicação, coleta de dados e muitos outros aspectos relacionados ao espaço (MODENINI *et al*, 2020).

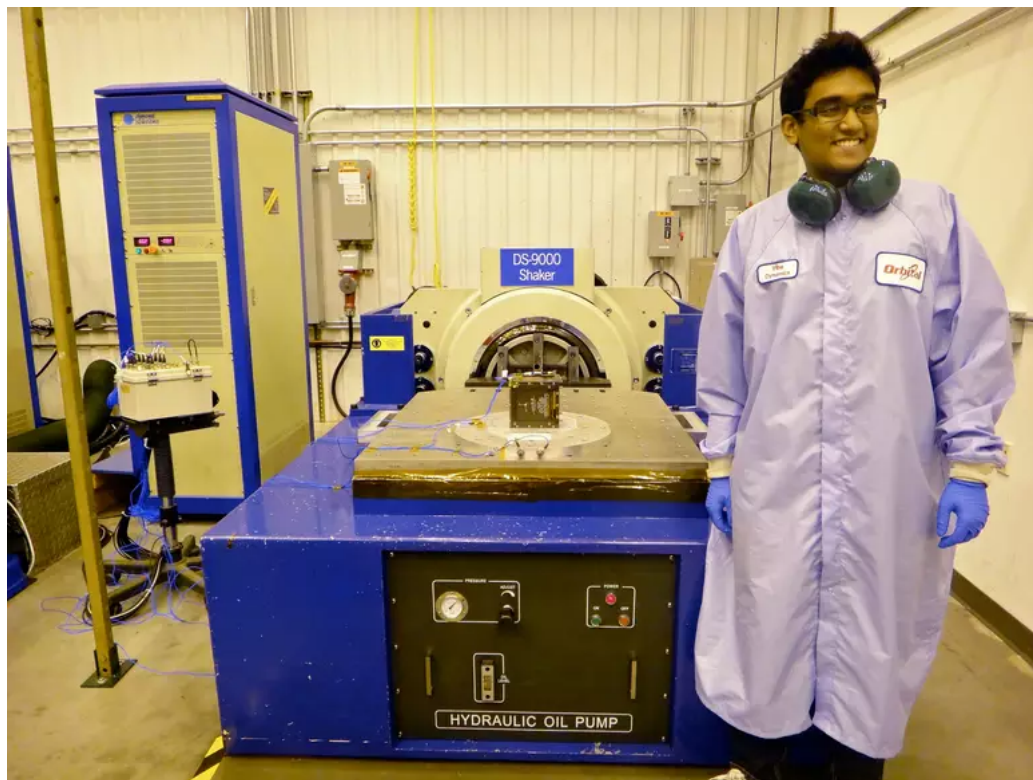
Nas universidades, os projetos de nanossatélites proporcionam aos alunos a oportunidade de trabalhar em equipes multidisciplinares, aplicar conceitos teóricos em projetos reais e enfrentar desafios técnicos complexos. Além disso, esses projetos estimulam a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas, preparando os estudantes para carreiras no campo espacial e tecnológico (MODENINI *et al*, 2020).

Com base nas pesquisas realizadas, o sucesso dessas iniciativas universitárias com nanossatélites proporcionam uma abordagem prática e envolvente para os alunos desde uma idade mais jovem. Ao introduzir conceitos de nanossatélites, as universidades despertam o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia, incentivando-os a explorar as possibilidades oferecidas pelo espaço e pela exploração espacial (CRUSAN *et al*, 2019).

Ao trazer os nanossatélites para as escolas de ensino básico, é possível adaptar os projetos universitários de forma apropriada para a faixa etária dos

estudantes, assim como os alunos de nível fundamental do Instituto Thomas Jefferson para a Ciência e Tecnologia de Alexandria (Virgínia) desenvolveram o satélite TJ3Sat (Figura 9), que apresenta um módulo sintetizador de voz capaz de ler textos em voz alta. Essa inovação oferece a oportunidade de enviar textos ao satélite e depois baixá-los pela internet. O TJ3Sat faz parte da quarta missão Decolagem Educativa de Nanosatélites da NASA, em colaboração com nove universidades americanas e um centro da NASA (NASA, 2013).

Figura 9: O aluno Asha Punnoose ao lado do TJ3Sat, o primeiro CubeSat construído por estudantes do ensino médio e lançado ao espaço pela Nasa.



Fonte: (NASA, 2013).

Segundo J. Crusan (2019), isso pode incluir atividades práticas de construção e lançamento de nanosatélites em miniatura, simulações de missões espaciais e o uso de recursos educacionais interativos. Baseado nas experiências dos alunos universitários, essas proporcionam uma visão prática e concreta do campo espacial, estimulando a curiosidade, o interesse pela ciência e tecnologia, e permitindo que os alunos de nível básico desenvolvam habilidades essenciais, como colaboração, resolução de problemas e pensamento crítico (CRUSAN et al, 2019).



Além disso, segundo os pesquisadores, a introdução dos nanossatélites no ensino básico pode contribuir para a formação de uma base sólida de conhecimento científico e tecnológico, preparando os estudantes para futuras carreiras relacionadas ao espaço (CRUSAN et al, 2019).

Em suma, a implementação do ensino de nanossatélites no ensino básico permite levar para as escolas os benefícios e oportunidades que esses projetos já oferecem nas universidades. Ao estimular o interesse e a participação ativa dos estudantes desde cedo, essa abordagem contribui para uma educação mais envolvente, relevante e preparatória para o mundo científico e tecnológico em constante evolução.

3.2 Importância do Ensino de Nanosatélites

Nas universidades, os projetos de nanossatélites proporcionam uma oportunidade única para os alunos aplicarem seus conhecimentos teóricos em um contexto prático e real. Ao se envolverem na construção, lançamento e operação desses nanossatélites, os estudantes adquirem habilidades fundamentais em áreas como engenharia, eletrônica, programação e gerenciamento de projetos. Essa experiência prática fortalece a formação acadêmica dos alunos, tornando-os profissionais mais capacitados e preparados para enfrentar os desafios do setor espacial e tecnológico (ERENO, 2014).

No entanto, a falta de desenvolvimento de projetos de nanossatélites nas escolas de ensino básico é uma lacuna que precisa ser preenchida. A introdução do ensino de nanossatélites nesse nível educacional permite despertar o interesse dos alunos desde cedo, estimulando sua curiosidade científica e tecnológica. Além disso, segundo Jaime Rodriguez (2016), a integração do ensino de robótica e eletrônica com o ensino de nanossatélites proporciona uma abordagem multidisciplinar, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades em diferentes áreas, como programação, automação, eletrônica e pensamento criativo.

A importância do ensino de nanossatélites para o programa espacial do Brasil é significativa. Ao introduzir essa temática no currículo escolar, o país promove a



formação de uma nova geração de profissionais capacitados no campo espacial. Isso fortalece a indústria aeroespacial nacional, impulsionando a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Além disso, o ensino de nanossatélites estimula o empreendedorismo, pois oferece aos estudantes a oportunidade de transformar suas ideias em projetos concretos, impulsionando a criação de startups e empresas na área espacial (AEB, 2023).

O ensino de nanossatélites também contribui para a capacitação da mão de obra qualificada. Ao promover a educação científica e tecnológica desde o ensino básico, o Brasil investe na formação de profissionais altamente qualificados, capazes de atuar em áreas estratégicas como o programa espacial, a pesquisa e a indústria aeroespacial. Isso impulsiona o desenvolvimento socioeconômico do país, gera empregos especializados e aumenta a competitividade no cenário internacional (INPE, 2023).

3.3 Métodos e Estratégias para o Ensino de Nanosatélites

Uma estratégia promissora é a utilização de kits educacionais que combinam conceitos de robótica, eletrônica e nanossatélites. Esses kits proporcionam aos alunos uma experiência prática e interativa, permitindo que eles construam modelos reduzidos de nanossatélites, aprendam sobre sensores, circuitos eletrônicos e programação, e entendam como esses componentes estão relacionados ao funcionamento dos satélites reais (PION Labs, 2020).

A aprendizagem baseada em projetos também é uma metodologia eficaz para o ensino de nanossatélites. Os alunos podem ser desafiados a trabalhar em equipes para projetar e construir seus próprios nanossatélites, seguindo etapas semelhantes às dos projetos reais. Isso envolve o planejamento, a pesquisa, a construção, os testes e a análise de resultados, proporcionando uma compreensão abrangente do processo de desenvolvimento de satélites (ERENO, 2014).

A utilização de simuladores de satélites é outra estratégia que pode ser adotada nas escolas de ensino básico. Existem softwares educacionais que permitem aos alunos simular missões espaciais, controlar virtualmente nanossatélites e realizar tarefas específicas, como coleta de dados e comunicação.

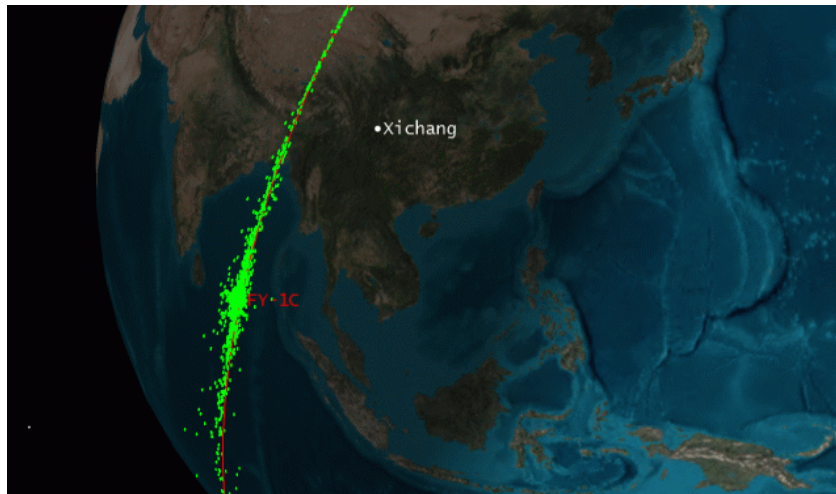


Essa abordagem permite que os alunos experimentem os desafios e as decisões envolvidas no monitoramento e controle de satélites (INPE, 2023).

É importante destacar que o rastreamento de pequenos satélites como os CubeSats pode exigir o uso de TLEs (Two-Line Elements) específicos fornecidos pelos operadores dos satélites ou órgãos responsáveis. Esses TLEs contêm informações sobre a órbita e a posição dos CubeSats e são usados pelos softwares de rastreamento para calcular sua trajetória e prever suas passagens. Cada software tem suas próprias características e recursos, e a escolha dependerá das necessidades e preferências do usuário. É recomendável pesquisar e experimentar diferentes softwares para determinar qual melhor atende às suas necessidades de rastreamento de CubeSats (CELESTrak, 2023). Como por exemplo:

- ❖ GPredict: É um software livre e de código aberto que permite o rastreamento de satélites, incluindo CubeSats. Ele fornece informações sobre a posição, trajetória e visibilidade dos satélites, permitindo que os usuários acompanhem sua passagem em tempo real.
- ❖ Orbitron: É um software popular que oferece recursos de rastreamento e visualização de satélites. Ele permite acompanhar a posição e a trajetória dos CubeSats, fornecendo informações detalhadas sobre sua visibilidade e passagens.
- ❖ SatPC32: É um software usado principalmente para rastrear satélites de radioamadorismo, mas também pode ser usado para o rastreamento de CubeSats. Ele fornece dados precisos sobre a posição e o tempo das passagens dos satélites.
- ❖ CelesTrak: É um site que fornece dados orbitais precisos e atualizados de satélites, incluindo CubeSats. Os usuários podem acessar esses dados e usar softwares personalizados para rastrear e prever a passagem dos CubeSats (Figura 10)..

Figura 10: Captura de tela do arquivo STK Viewer do cenário ASAT chinês. Detritos após 5 min.



Fonte: (CELESTrak, 2012. <https://celestrak.org/events/asat.php>).

A criação de grupos de estudo voltados para o ensino de nanossatélites também é uma maneira de envolver os alunos. Esses espaços podem proporcionar a oportunidade de realizar experimentos práticos, discutir conceitos teóricos, compartilhar conhecimentos e explorar projetos relacionados aos nanossatélites. A participação nesses grupos pode ser uma fonte de motivação e estímulo para os alunos se aprofundarem no tema. No Brasil já existem diversas iniciativas voltadas para a criação de equipes tanto no âmbito universitário quanto no nível básico, onde se destacam pela participação em competições nacionais e internacionais com a criação de nanossatélites para diversos tipos de missões.

Por exemplo, o ITASat é um grupo de estudantes do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) que se dedica a participar de competições e desenvolver projetos relacionados à área espacial. A equipe ITASat é composta por alunos de diferentes cursos, como Engenharia Aeroespacial, Engenharia Eletrônica e Engenharia de Computação, que compartilham o interesse e a paixão pela exploração e tecnologia espacial. O grupo tem como objetivo principal a participação em competições nacionais e internacionais, nas quais os membros têm a oportunidade de aplicar seus conhecimentos teóricos e práticos em projetos espaciais. Essas competições envolvem desafios como o desenvolvimento de CubeSats (Figura 11), a construção de sistemas de comunicação (FAB, 2021).

Figura 11: O satélite ITASat foi lançado em 2018, como carga secundária, por meio de um veículo Falcon 9, da SpaceX.



Fonte: (FAB, 2021).

No Maranhão, iniciativas como esta estão em operação. A Universidade Federal do Maranhão possui uma equipe com aproximadamente 20 alunos intitulada Sirius Sat (Figura 12), destinada à confecção desses artefatos espaciais para a participação de competições nacionais e internacionais (UFMA, 2021).

Figura 12: Aluna da equipe Sirius Sat da UFMA.



Fonte: (Autoria própria. 2021)



A parceria com instituições de ensino superior e centros de pesquisa também pode ser benéfica. Essas instituições podem oferecer palestras, workshops e visitas guiadas para os alunos, proporcionando um contato mais próximo com a área de estudo. Além disso, professores e pesquisadores podem auxiliar na elaboração de atividades e na orientação dos alunos, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

3.4 Estudos e Pesquisas Recentes sobre o Ensino de Nanosatélites

Estudos e pesquisas recentes têm explorado o ensino de nanossatélites no Brasil e em outros países. Embora o ensino de nanossatélites ainda seja mais comum em níveis educacionais mais avançados, há evidências de iniciativas que buscam implementar esse conteúdo também nas escolas de ensino básico.

Um estudo realizado por MJ Caylor et al. (1999) investigou a implementação de atividades relacionadas a nanossatélites em universidades dos Estados Unidos. Os resultados indicaram que, embora a maioria das universidades na época não possuísse infraestrutura para o desenvolvimento de nanossatélites, algumas delas utilizavam recursos didáticos, como vídeos e materiais educacionais, para introduzir conceitos básicos sobre o tema (CAYLOR et al., 1999).

Em um estudo conduzido por Smith et al. (2018), pesquisadores analisaram a incorporação de nanossatélites no currículo de universidades com cursos na área de ciências exatas em países europeus. Os resultados revelaram que, embora houvesse uma demanda por essa temática, a implementação era limitada devido à falta de recursos e capacitação dos professores. No entanto, algumas escolas estavam envolvidas em parcerias com organizações, como a ESA, para trazer projetos de nanossatélites para suas salas de aula (SMITH et al., 2023).

No contexto brasileiro, a Olimpíada Brasileira de Satélites (OBSAT) tem promovido a participação de alunos do ensino fundamental (Figura 13) e médio em projetos de nanossatélites. Essa iniciativa, realizada pela AEB em 2020 e outras instituições como o INPE, busca despertar o interesse dos estudantes pela área espacial e fomentar o ensino de ciência e tecnologia desde a educação básica (OBSAT, 2020).

Figura 13: Alunos de ensino fundamental na 1ª edição da OBSAT em 2020.



Fonte: (OBSAT, 2020).

É importante ressaltar que, embora haja pesquisas em andamento sobre o ensino de nanossatélites em cursos superiores, ainda existe uma lacuna significativa nesse campo relacionado ao ensino básico envolvendo o nível fundamental e médio. É necessário o desenvolvimento de programas educacionais específicos, materiais didáticos adequados e a capacitação dos professores para que o ensino de nanossatélites possa ser amplamente incorporado ao currículo escolar de nível básico.

3.5 Análise das Diretrizes Curriculares e Políticas Educacionais

A análise das diretrizes curriculares e políticas educacionais é fundamental para compreender como o ensino de ciência e engenharia, incluindo o tema dos nanossatélites, pode ser incorporado de forma adequada no currículo escolar, tendo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como referência no contexto brasileiro.

A BNCC do Brasil é um documento que estabelece as competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver ao longo da educação básica. No campo das ciências da natureza, a BNCC enfatiza a importância do ensino de



conceitos científicos, investigação, experimentação e solução de problemas (BNCC, 2017). Essa base curricular pode ser utilizada como um guia para a inclusão do ensino de nanossatélites, uma vez que envolve aspectos relacionados à ciência e tecnologia espacial.

A análise das diretrizes curriculares do ensino básico em relação ao ensino de ciência e engenharia revela a necessidade de promover a interdisciplinaridade, integrando diferentes áreas de conhecimento para abordar temas complexos. O ensino de nanossatélites pode se beneficiar dessa abordagem, relacionando conceitos de física, matemática, tecnologia, engenharia e outras disciplinas, oferecendo uma visão abrangente e contextualizada aos estudantes (AEB ESCOLA, 2022).

Além da BNCC, é importante considerar as políticas educacionais em nível nacional e local. A análise dessas políticas permite identificar as diretrizes, programas e iniciativas existentes que podem apoiar a implementação do ensino de nanossatélites. Isso inclui ações que incentivem a formação de professores, a disponibilização de recursos didáticos e a criação de parcerias com instituições de ensino superior e centros de pesquisa.

A integração do ensino de ciência e engenharia com o tema dos nanossatélites também está alinhada às tendências globais na área educacional, como o enfoque na educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Essa abordagem visa promover uma educação mais voltada para a aplicação prática dos conhecimentos, estimulando a criatividade, a resolução de problemas e o pensamento crítico nos alunos (AEB ESCOLA, 2022).

A análise das diretrizes curriculares e políticas educacionais é essencial para embasar a implementação do ensino de nanossatélites nas escolas de ensino básico. Ao considerar as orientações presentes na BNCC, nas diretrizes curriculares e nas políticas educacionais, é possível desenvolver estratégias e materiais didáticos adequados, além de promover a capacitação dos professores nesse tema, garantindo uma abordagem consistente e de qualidade (PION Labs, 2020).



3.6 Recursos Didáticos e Tecnológicos

Recursos didáticos e tecnológicos desempenham um papel fundamental no ensino de nanossatélites, contribuindo para a compreensão dos conceitos e o envolvimento dos alunos.

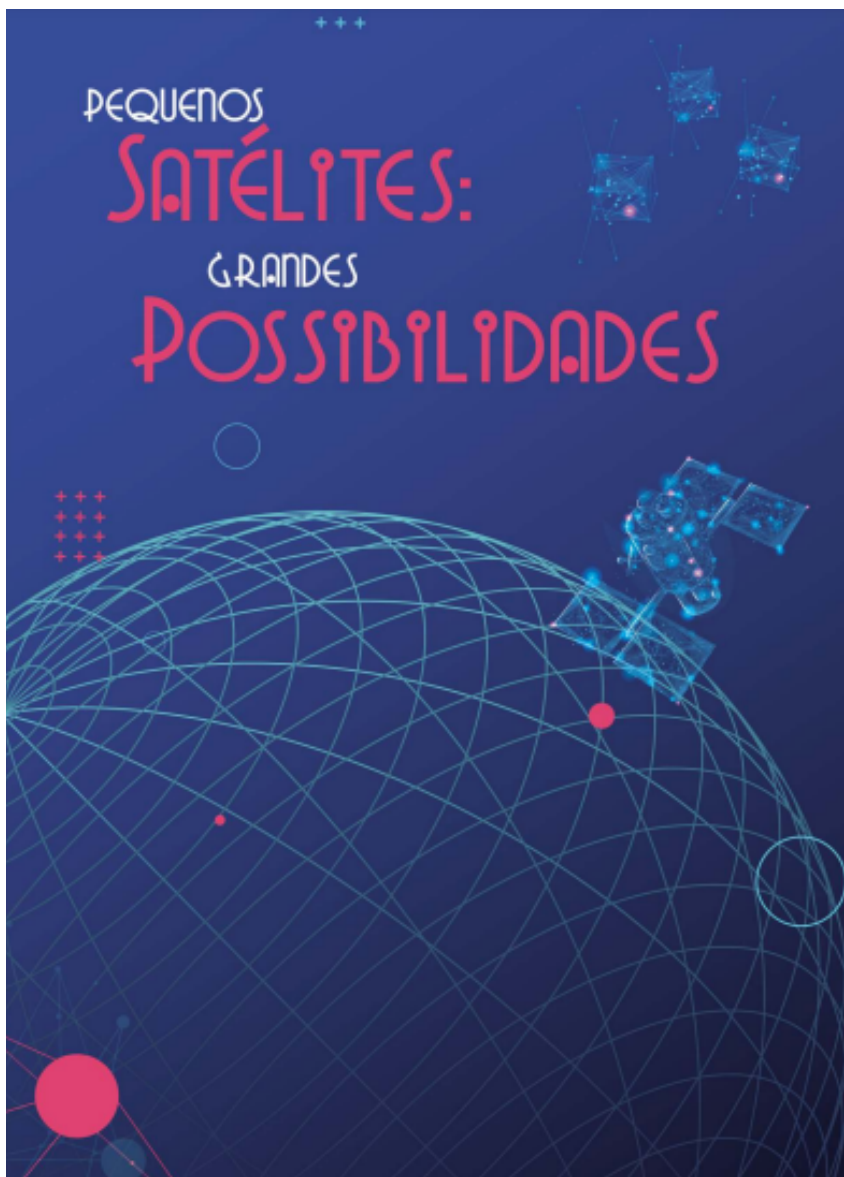
Os materiais didáticos tradicionais, como livros e apostilas, podem fornecer uma base teórica sólida para o ensino de nanossatélites. Esses recursos podem abordar conceitos fundamentais, explicar o funcionamento dos satélites e apresentar exemplos de missões espaciais. Além disso, há materiais educacionais específicos disponíveis, como manuais de montagem de nanossatélites, que fornecem instruções passo a passo para a construção de modelos reduzidos (AEB ESCOLA, 2021).

A Agência Espacial Brasileira (AEB), em colaboração com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE), está organizando em 2021 o Workshop Pequenos Satélites Educacionais na modalidade de autoinstrução. O objetivo principal deste workshop é proporcionar aos participantes a oportunidade de aprender sobre nanosatélites e assuntos correlatos por meio do compartilhamento de conteúdos, vídeo aulas com especialistas e atividades interativas em um ambiente virtual de aprendizagem. Dessa forma, busca-se disseminar o conhecimento sobre satélites e seus conteúdos relacionados em todo o país (AEB ESCOLA, 2021).

O ambiente virtual de aprendizagem proporciona flexibilidade aos participantes, permitindo que eles acessem o conteúdo de acordo com sua disponibilidade e ritmo de aprendizagem. O workshop também busca incentivar a troca de experiências entre os participantes por meio de fóruns de discussão e atividades colaborativas, visando a construção coletiva de conhecimento (AEB ESCOLA, 2021).

Com o Workshop Pequenos Satélites Educacionais (Figura 14), a AEB, a UFSCar e a FUNCATE buscam fortalecer a educação e disseminar o conhecimento sobre satélites de pequeno porte, proporcionando uma oportunidade de aprendizado e capacitação para todos aqueles interessados em ingressar nesse campo promissor da tecnologia espacial.

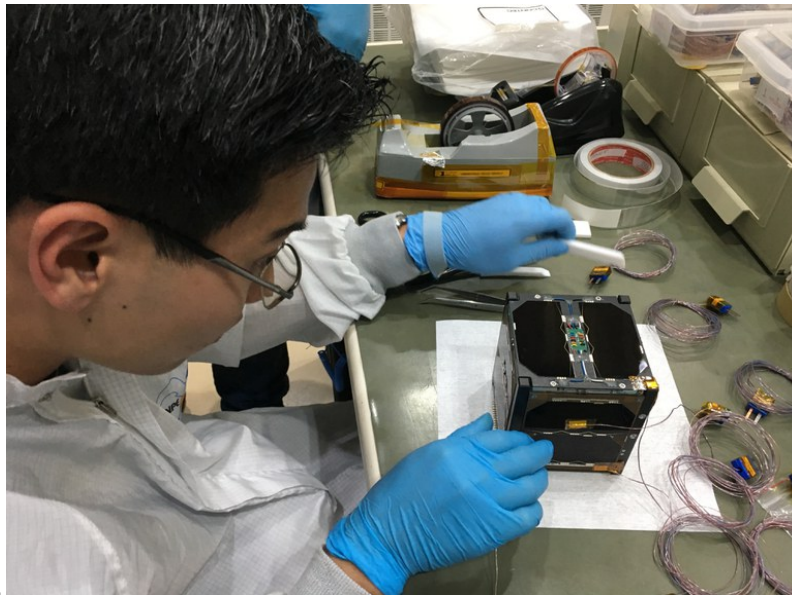
Figura 14: Capa do E-book.



Fonte: (AEB ESCOLA, 2021).

Laboratórios de robótica e eletrônica são recursos valiosos para o ensino de nanossatélites (Figura 15). Esses espaços permitem que os alunos coloquem em prática os conhecimentos adquiridos, construindo e programando modelos de nanossatélites. Através de atividades práticas, os estudantes desenvolvem habilidades em eletrônica, programação e trabalho em equipe, além de aprimorarem sua compreensão sobre o funcionamento dos satélites.

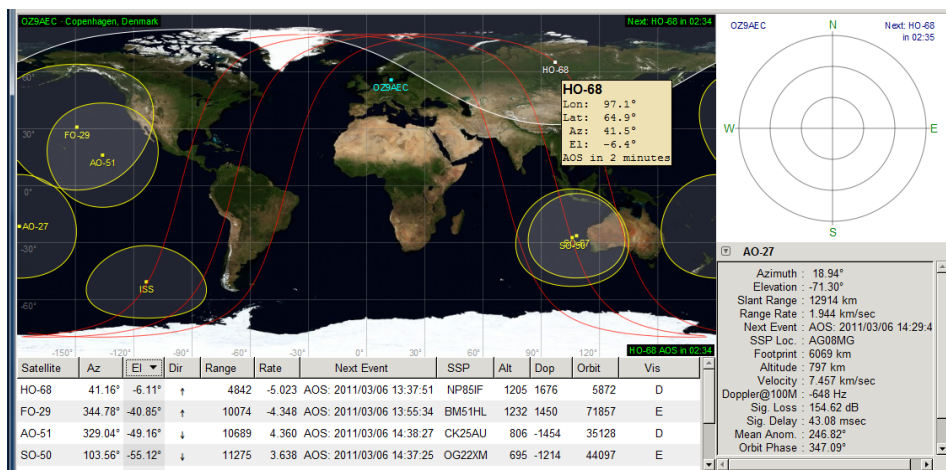
Figura 15: Alunos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), constroem o nanossatélite FloripaSat-1.



Fonte: (AEB, 2020).

A tecnologia tem um papel cada vez mais importante no ensino de nanossatélites. Softwares de simulação e visualização espacial permitem que os alunos explorem e interajam com modelos virtuais de satélites e suas órbitas (Figura 16). Essas ferramentas proporcionam uma experiência mais imersiva e facilitam a compreensão dos conceitos envolvidos. Além disso, a internet oferece acesso a uma ampla gama de recursos online, como vídeos, tutoriais e materiais educativos interativos (INPE, 2023).

Figura 16: Rastreamento de satélites pelo software Gpredict.

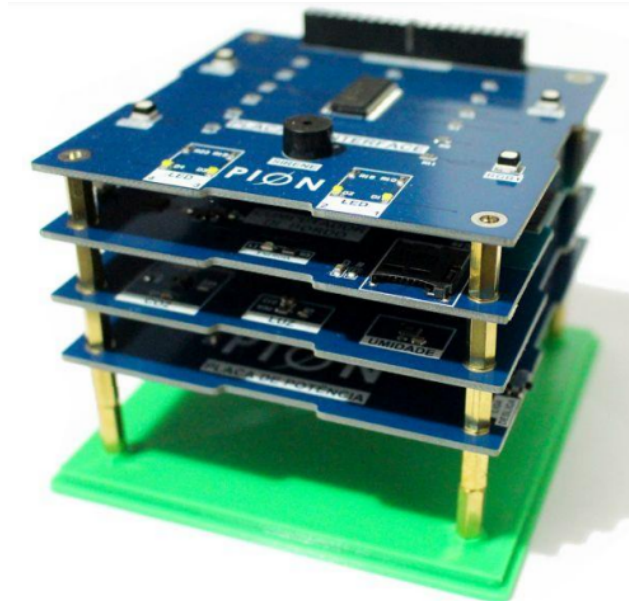


Fonte: (Gpredict, 2018).

A utilização de kits educacionais específicos para nanossatélites é outra abordagem eficaz. Esses kits geralmente incluem todos os componentes necessários para a construção de nanossatélites, como placas de circuito impresso, sensores e antenas (Figura 17). Esses recursos permitem que os alunos tenham uma experiência na montagem e operação dos satélites, promovendo a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos (PION Labs, 2020).

No desenvolvimento de um CubeSat, diferentes subsistemas desempenham papéis fundamentais para garantir o seu funcionamento adequado.

Figura 17: Estrutura geral de um cubesat educacional da empresa brasileira Pion Labs.



Fonte: (PION, 2020).

Cada subsistema tem uma função específica, desde o gerenciamento de energia até a coleta de dados e a estrutura do satélite. Um exemplo notável é o CubeSat desenvolvido pela Pion Labs, que utiliza uma configuração de subsistemas que inclui um sistema com computador de bordo, sistema de gerenciamento de energia, sistema de coleta de dados, sistema de interface e uma estrutura feita com manufatura aditiva. Esses subsistemas trabalham em conjunto para permitir a realização da missão do nanossatélite e demonstram a importância da integração eficiente dos componentes para o sucesso das operações no espaço (PION Labs, 2020).

Parcerias com instituições de pesquisa e indústria espacial podem proporcionar acesso a recursos e tecnologias avançadas. Universidades e empresas especializadas podem oferecer aos alunos a oportunidade de utilizar equipamentos e instalações de última geração, como laboratórios de teste ambiental, onde eles podem simular as condições espaciais e realizar experimentos (Figura 18). Essas parcerias também podem oferecer a chance de interagir com profissionais do setor e conhecer as últimas tendências e avanços na área (AEB, 2020).

Figura 18: Equipe do FloripaSat-1 acompanha os testes de vibração, ciclagem térmica, vácuo térmico e de temperatura espacial no INPE, em São José dos Campos (SP).



Fonte: (AEB, 2020).

No Maranhão, a Missão Aldebaran I é um projeto desenvolvido pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB) (Figura 19), com o objetivo de colocar em órbita o primeiro nanossatélite completamente projetado e construído por uma universidade do estado do Maranhão. Essa colaboração entre a UFMA e a AEB representa uma importante parceria no desenvolvimento de tecnologia espacial e na formação de profissionais qualificados nessa área (AEB, 2022).

A parceria entre a UFMA e a AEB proporciona suporte técnico, científico e financeiro para o desenvolvimento do nanossatélite e para o planejamento e execução da missão. Além disso, essa colaboração promove a interação entre pesquisadores, engenheiros e estudantes, estimulando o intercâmbio de

conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades no campo da tecnologia espacial (AEB, 2022).

Figura 19: Aldebaran I no 3º Simpósio Latino-Americano de Pequenos Satélites e do 5º Workshop Latino-Americano de CubeSats.



Fonte: (UFMA, 2022).

A Missão Aldebaran I é um exemplo significativo de como as parcerias entre instituições acadêmicas e agências espaciais podem impulsionar o avanço da ciência e tecnologia espaciais em um país. A colaboração entre a UFMA e a AEB é fundamental para o sucesso desse projeto, que não apenas contribuirá para o avanço do conhecimento científico, mas também para a formação de recursos humanos qualificados e a consolidação da indústria espacial brasileira (UFMA, 2022).

3.7 Experiências de Sucesso na Implementação

É importante destacar que, especificamente para o ensino básico, essas experiências são mais recentes e ainda estão em desenvolvimento. A Olimpíada

Brasileira de Satélites (OBSAT) é uma iniciativa que tem promovido a participação de alunos do ensino fundamental e médio em projetos de nanossatélites (Figura 20). Essa competição, realizada em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e outras instituições, busca despertar o interesse dos estudantes pela área espacial, incentivando a criatividade, o trabalho em equipe e o aprendizado de conceitos científicos e tecnológicos (OBSAT, 2020).

Figura 20: A equipe Space Bird do SESI de Valinhos (SP) conquistou medalha de ouro na categoria do ensino fundamental da etapa regional do Sudeste, e tiveram seu satélite lançado em um balão atmosférico.



Fonte: (OBSAT, 2020).

Outro exemplo de sucesso é o projeto NanosatC-Br1, desenvolvido por estudantes em parceria com universidades e instituições de pesquisa. Esse nanossatélite, construído pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) com o apoio da AEB e do INPE, foi lançado ao espaço em 2014 e possibilitou a participação dos alunos em todas as etapas do projeto, desde o design até o lançamento e monitoramento (INPE, 2015).

O UbatubaSat (Figura 21) é um projeto brasileiro de sucesso no ensino fundamental que teve início em 2010, desenvolvido pela EMEF Prof.^a Maria Lúcia

Toledo Moraes, localizada na cidade de Ubatuba, São Paulo. O projeto foi concebido com o objetivo de proporcionar aos alunos uma experiência prática e interdisciplinar no campo da tecnologia espacial (MEC, 2018).

O UbatubaSat consiste na construção de um nanossatélite do tipo CubeSat pelos estudantes, sob a orientação de professores e especialistas da área. Durante o projeto, os alunos têm a oportunidade de aprender sobre conceitos científicos, tecnológicos e de engenharia, além de desenvolver habilidades de trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico. Ele foi lançado em 2017, no Japão (MEC, 2018).

Figura 21: Alunos e professores no INPE para testes com o Ubatuba Sat.



Fonte: (MEC, 2018).

No contexto internacional, destaca-se a experiência do programa Cubes in Space, desenvolvido pela IdoodIEDU Inc. em parceria com a NASA. Esse programa oferece a estudantes de todo o mundo a oportunidade de projetar e enviar experimentos em nanossatélites ao espaço. A iniciativa tem como objetivo engajar os alunos com idades entre 11 a 18 anos em atividades práticas relacionadas à ciência e tecnologia espacial, promovendo o interesse pela área desde o ensino básico (IdoodIEDU, 2023).

Outra experiência de sucesso é o programa STEAM Cubesat, desenvolvido na Espanha é um jogo chamado Earth Rising , que combina o ensino de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática por meio da construção e lançamento de



nanossatélites. O programa envolve alunos do ensino básico e médio e proporciona uma abordagem multidisciplinar e prática, estimulando a criatividade e o trabalho colaborativo, onde o objetivo é construir o CubeSat e aprender mais sobre este pequeno satélite e como ele funciona. o aluno está no papel de um robô que tem a missão de colocar no espaço o maior número possível de satélites CubeSat, para que possa encontrar diferentes recursos para o futuro desenvolvimento de voos espaciais (STEAMpowered, 2023).

A parceria entre a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e o Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA) em um projeto de extensão para oferecer aulas sobre nanossatélites representa uma iniciativa inovadora e colaborativa que une a universidade e o ensino básico em torno do tema da tecnologia espacial (Figura 22). Através desse projeto, os alunos do ensino médio têm a oportunidade de se envolver ativamente com o fascinante mundo dos nanossatélites, aprendendo conceitos científicos e tecnológicos relevantes para essa área em crescimento, conforme o Termo de Adesão, no Anexo I deste trabalho.

A parceria beneficia ambas as instituições de maneiras distintas. Para a UFMA, a colaboração com o IEMA é uma oportunidade para compartilhar o conhecimento científico e tecnológico desenvolvido em seus cursos de graduação e pós-graduação, contribuindo para a formação de uma nova geração de estudantes interessados em tecnologia espacial. Além disso, o projeto de extensão fortalece o papel da universidade como agente ativo na promoção da educação científica e tecnológica no estado do Maranhão, conforme o Termo de Concordância, no Anexo II deste trabalho.

Para o ensino básico, a parceria com a UFMA oferece uma experiência enriquecedora e diferenciada para os alunos do ensino médio, proporcionando-lhes acesso a conhecimentos e atividades que normalmente não estão presentes no currículo escolar. As aulas sobre nanossatélites possibilitam aos estudantes uma aprendizagem prática e interativa, desenvolvendo habilidades em ciências, matemática, engenharia e tecnologia, além de estimularem o pensamento crítico e a criatividade.

Figura 22: Alunos do IEMA na capacitação sobre satélites.



Fonte: (A autora, 2023).

Essa união entre a universidade e o ensino básico no contexto do ensino de nanossatélites é um exemplo notável de como a educação pode ser enriquecida e diversificada por meio de parcerias colaborativas. A troca de conhecimentos e experiências entre essas duas esferas educacionais beneficia tanto os alunos do ensino médio, que têm a oportunidade de ampliar seus horizontes e se preparar para carreiras no campo da tecnologia espacial, quanto a UFMA, que desempenha um papel fundamental na promoção do conhecimento científico e tecnológico na comunidade local. Essa iniciativa mostra como a educação pode ser potencializada quando instituições se unem em prol do desenvolvimento de competências e habilidades relevantes para o avanço da ciência e tecnologia no país.

É importante ressaltar que, embora existam experiências de sucesso no ensino de nanossatélites, especialmente em níveis educacionais mais avançados, a implementação no ensino básico ainda é incipiente. Há uma necessidade crescente de promover a capacitação de professores, o desenvolvimento de recursos didáticos adequados e o estabelecimento de parcerias entre instituições de ensino e pesquisa para ampliar o acesso a essas experiências no nível básico de educação.

3.8 Desafios e Obstáculos no Ensino de Nanosatélites

O ensino de nanossatélites no contexto educacional enfrenta diversos desafios e obstáculos, especialmente quando se trata do ensino básico. A falta de



capacitação dos professores e a falta de recursos nas escolas são alguns dos principais desafios enfrentados.

A falta de capacitação dos professores é um dos desafios mais significativos no ensino de nanossatélites no ensino básico. Muitos professores, mesmo no ensino superior, não possuem formação específica na área de ciências espaciais e podem enfrentar dificuldades para abordar os conceitos e práticas relacionados aos nanossatélites. A capacitação dos docentes é essencial para que possam compreender e transmitir de forma adequada os conhecimentos sobre o tema.

A escassez de recursos nas escolas também é um obstáculo para a implementação do ensino de nanossatélites. De acordo com Perfeito (2020), muitas instituições não possuem laboratórios equipados e materiais didáticos especializados para abordar esse assunto de forma prática. A falta de investimentos e infraestrutura adequada dificulta a realização de atividades experimentais e práticas relacionadas à ciência e tecnologia (PERFEITO, 2020).

Além disso, a falta de integração curricular é um desafio para o ensino de nanossatélites. Muitas vezes, as disciplinas estão fragmentadas e não há uma abordagem interdisciplinar que permita explorar os conceitos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática de forma integrada. Essa fragmentação dificulta a aplicação prática dos conhecimentos e a compreensão dos alunos sobre os nanossatélites (PERFEITO, 2020).

A disponibilidade limitada de materiais didáticos e recursos educacionais específicos para o ensino de nanossatélites no ensino básico também representa um desafio. Poucos materiais estão disponíveis de forma acessível e adequada à faixa etária dos alunos, o que dificulta a criação de estratégias de ensino eficazes e atrativas (PERFEITO, 2020).

A falta de conexão entre o ensino básico e o ensino superior é outro obstáculo a ser superado. Muitas vezes, os conhecimentos adquiridos no ensino básico não são articulados com as oportunidades e experiências oferecidas no ensino superior. É necessário estabelecer uma ponte entre esses dois níveis de ensino, permitindo que os estudantes desenvolvam um percurso educacional contínuo e coerente em relação aos nanossatélites.



3.9 Recomendações e Diretrizes para a Efetiva Incorporação

A efetiva incorporação do ensino de nanossatélites no ensino básico requer a adoção de recomendações e diretrizes que orientem as práticas educacionais nessa área. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil apresenta diretrizes que podem ser utilizadas como referência para a incorporação do ensino de nanossatélites no ensino básico. A BNCC estabelece competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos em diversas áreas, incluindo ciências e tecnologia. A partir dessas diretrizes, é possível identificar conexões entre os conteúdos curriculares e os conceitos relacionados aos nanossatélites (BNCC, 2017).

No contexto internacional, o sistema de ensino K-12, utilizado nos Estados Unidos, também oferece diretrizes e recomendações para a inclusão da robótica no currículo escolar. Segundo Pillay (2022), o K-12 enfatiza o aprendizado prático, o trabalho em equipe e a resolução de problemas por meio de atividades relacionadas à robótica. Essas diretrizes podem servir como inspiração para a incorporação do ensino de nanossatélites no ensino básico.

Para uma efetiva incorporação do ensino de nanossatélites, é fundamental o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que promovam a aprendizagem ativa e significativa dos alunos. Isso pode envolver a utilização de metodologias de ensino baseadas em projetos, onde os estudantes têm a oportunidade de construir, programar e testar seus próprios modelos de nanossatélites.

A criação de parcerias entre instituições de ensino, agências espaciais e empresas do setor é uma recomendação importante para o ensino de nanossatélites no ensino básico. Essas parcerias podem fornecer acesso a recursos tecnológicos, expertise e oportunidades de aprendizado prático, enriquecendo a experiência dos alunos e estimulando o interesse pela área espacial (AEB, 2020).

Além disso, é fundamental promover a formação continuada dos professores, oferecendo capacitações e atualizações sobre os conceitos e práticas relacionados aos nanossatélites. Essa formação pode ser realizada por meio de cursos, workshops e eventos de atualização profissional, visando aprimorar a competência dos educadores no ensino de nanossatélites no ensino básico.



Quadro 2: Principais diretrizes e recomendações da BNCC e do K-12 relacionadas ao ensino de robótica no ensino básico.

	BNCC	K-12
Abordagem	Aprendizado prático	Integração interdisciplinar
Competências	Resolução de problemas	Pensamento científico e tecnológico
Conteúdos	Fundamentos da robótica	Conceitos de robótica e automação
Metodologia	Aprendizado baseado em projetos	Aprendizagem ativa e significativa
Habilidades	Pensamento crítico, colaboração	Criatividade, trabalho em equipe

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 2 apresenta algumas das principais diretrizes e recomendações da BNCC e do K-12 relacionadas ao ensino de robótica no ensino básico. A BNCC destaca a importância da integração interdisciplinar, desenvolvimento do pensamento científico e tecnológico, e a compreensão dos conceitos de robótica e automação (BNCC, 2017). Já o K-12 enfatiza a resolução de problemas, o aprendizado prático, e o desenvolvimento de habilidades como a criatividade e o trabalho em equipe (PILLAY, 2022).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com este estudo, foram identificados estudos e pesquisas recentes que abordam o ensino de nanosatélites no ensino superior e algumas pesquisas abordando o ensino básico.

O ensino de nanossatélites tem se mostrado uma oportunidade promissora para a educação em ciência e tecnologia, especialmente em universidades ao redor do mundo. Por meio de projetos de nanossatélites, os estudantes têm a oportunidade de aplicar seus conhecimentos teóricos em um contexto prático e real, adquirindo habilidades fundamentais em áreas como engenharia, eletrônica, programação e gerenciamento de projetos.

Como mostra a Figura 9, onde o estudante de ensino médio lançou seu nanosatélite pela NASA em 2013. Além disso, esses projetos promovem a colaboração em equipes multidisciplinares e estimulam a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas, preparando os alunos para carreiras no campo espacial e tecnológico.

A importância do ensino de nanossatélites também reside na sua aplicação no ensino básico, onde é possível adaptar os projetos universitários de forma adequada à faixa etária dos estudantes. Ao introduzir conceitos relacionados aos nanossatélites nesse nível educacional, é possível despertar o interesse dos alunos pela ciência e tecnologia desde cedo, incentivando-os a explorar as possibilidades oferecidas pelo espaço e pela exploração espacial.

Diversas estratégias têm sido propostas para o ensino de nanossatélites no ensino básico. Uma delas é a utilização de kits educacionais que combinam conceitos de robótica, eletrônica e nanossatélites, onde foram distribuídos 400 nanosatélites para todo o Brasil, como mostrado na Figura 7, onde a UFMA recebeu 2 kits. Esses kits proporcionam aos alunos uma experiência prática e interativa, permitindo que eles construam modelos reduzidos de nanossatélites e aprendam sobre sensores, circuitos eletrônicos e programação (Figura 17), entendendo como esses componentes estão relacionados ao funcionamento dos satélites reais (PION Labs, 2020). Além disso, a aprendizagem baseada em projetos tem se mostrado uma metodologia eficaz, na qual os alunos são desafiados a trabalhar em equipes para projetar e construir seus próprios nanossatélites, seguindo etapas semelhantes



às dos projetos reais (ERENO, 2014). As figuras 11 e 12 ilustram a relevância e o impacto positivo de criar grupos de alunos engajados em projetos de satélites educacionais, como a equipe ITA Sat e Sirius Sat da UFMA. Essas iniciativas mostram como a participação de estudantes do ensino médio em atividades práticas relacionadas aos nanosatélites pode ser uma oportunidade transformadora.

A parceria com instituições de ensino superior e centros de pesquisa, como o INPE também desempenha um papel importante no ensino de nanosatélites no ensino básico, como mostrado na Figura 18. Essas instituições podem oferecer palestras, workshops e visitas guiadas para os alunos, proporcionando um contato mais próximo com a área de estudo. Além disso, a colaboração de professores e pesquisadores pode auxiliar na elaboração de atividades e na orientação dos alunos, compartilhando seus conhecimentos e experiências no campo espacial (AEB ESCOLA, 2021).

Estudos e pesquisas recentes têm explorado o ensino de nanosatélites no Brasil e em outros países, revelando a demanda por essa temática em diferentes níveis educacionais. Embora ainda exista uma lacuna significativa em relação ao ensino básico, iniciativas como a OBSAT e o CubeDesign têm buscado promover a participação de alunos do ensino fundamental (Figura 13) e médio em projetos de nanosatélites. Essas iniciativas visam despertar o interesse dos estudantes pela área espacial, fomentar o ensino de ciência e tecnologia e contribuir para o fortalecimento do programa espacial brasileiro (SMITH et al., 2023; CAYLOR et al., 1999; OBSAT, 2020; INPE, 2021).

Essas fontes forneceram abordagens pedagógicas, práticas e estratégias utilizadas nesse contexto voltados para a ciência e tecnologia em geral, bem como seus impactos na aprendizagem dos alunos. Esses estudos destacaram a importância de uma abordagem, com ênfase na experimentação e na aplicação prática dos conceitos científicos e tecnológicos relacionados aos nanosatélites. A análise das diretrizes curriculares nacionais como a BNCC e documentos oficiais como o K-12 americano, revelou a necessidade de uma maior inclusão do ensino de nanosatélites no currículo do ensino básico. Embora algumas referências e orientações possam ser encontradas, percebeu-se que ainda há uma lacuna significativa nesse aspecto quando se fala em ensino de nanosatélites voltados



para os níveis de ensino fundamental e médio (CASTAGNARO, 2023; PILLAY *et al*, 2022).

A análise das diretrizes curriculares do ensino básico em relação ao ensino de ciência e engenharia revela a necessidade de promover a interdisciplinaridade, integrando diferentes áreas de conhecimento para abordar temas complexos. O ensino de nanossatélites pode se beneficiar dessa abordagem, relacionando conceitos de física, matemática, tecnologia, engenharia e outras disciplinas, oferecendo uma visão abrangente e contextualizada aos estudantes. A análise das diretrizes curriculares e políticas educacionais é essencial para embasar a implementação do ensino de nanossatélites nas escolas de ensino básico. Ao considerar as orientações presentes na BNCC, nas diretrizes curriculares e nas políticas educacionais, é possível desenvolver estratégias e materiais didáticos adequados, além de promover a capacitação dos professores nesse tema, garantindo uma abordagem consistente e de qualidade (AEB ESCOLA, 2022; BNCC, 2017; PION Labs, 2020).

Recursos didáticos e tecnológicos desempenham um papel fundamental no ensino de nanossatélites, proporcionando uma compreensão mais profunda e o envolvimento dos alunos. Materiais didáticos tradicionais, como livros e apostilas (Figura 14), podem fornecer uma base teórica sólida para o ensino de nanossatélites, abordando conceitos fundamentais e exemplos de missões espaciais (AEB ESCOLA, 2021). Além disso, a utilização de softwares de simulação e visualização espacial, como o Gpredict (Figura 16), permite que os alunos explorem modelos virtuais de satélites e suas órbitas de forma interativa, facilitando a compreensão dos conceitos envolvidos (Gpredict, 2018). Ainda, os laboratórios de robótica e eletrônica são recursos valiosos para o ensino de nanossatélites (Figura 15), possibilitando aos alunos colocar em prática os conhecimentos adquiridos e desenvolver habilidades em eletrônica, programação e trabalho em equipe (AEB, 2020).

Além disso, parcerias com instituições de pesquisa e indústria espacial podem proporcionar acesso a recursos e tecnologias avançadas. Universidades e empresas especializadas podem oferecer aos alunos a oportunidade de utilizar equipamentos e instalações de última geração, como laboratórios de teste ambiental, onde eles podem simular as condições espaciais e realizar experimentos. Essas parcerias



também podem oferecer a chance de interagir com profissionais do setor e conhecer as últimas tendências e avanços na área (AEB, 2020).

No Maranhão, a Missão Aldebaran I (Figura 19) é um projeto desenvolvido pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), com o objetivo de colocar em órbita o primeiro nanossatélite completamente projetado e construído por uma universidade do estado do Maranhão. Essa colaboração entre a UFMA e a AEB representa uma importante parceria no desenvolvimento de tecnologia espacial e na formação de profissionais qualificados nessa área (AEB, 2022).

A Missão Aldebaran I é um exemplo significativo de como as parcerias entre instituições acadêmicas e agências espaciais podem impulsionar o avanço da ciência e tecnologia espaciais em um país. A colaboração entre a UFMA e a AEB é fundamental para o sucesso desse projeto, que não apenas contribuirá para o avanço do conhecimento científico, mas também para a formação de recursos humanos qualificados e a consolidação da indústria espacial brasileira (UFMA, 2022).

A implementação do ensino de nanossatélites no contexto educacional tem se mostrado promissora, tanto no Brasil quanto em outros países, por meio de diversas iniciativas bem-sucedidas. Experiências como a OBSAT (Figura 20), o projeto NanosatC-Br1 (Figura 1), o UbatubaSat (Figuras 21) e programas internacionais, como o Cubes in Space e o STEAM Cubesat, têm contribuído significativamente para despertar o interesse dos alunos pela área espacial, incentivando a criatividade, o trabalho em equipe e a aprendizagem de conceitos científicos e tecnológicos desde o ensino básico. Através dessas iniciativas, os estudantes têm a oportunidade de participar ativamente do processo de construção, lançamento e monitoramento de nanossatélites, proporcionando uma experiência prática e interdisciplinar no campo da tecnologia espacial (OBSAT, 2020; INPE, 2015; MEC, 2018; IdoodIEDU, 2023; STEAMpowered, 2023).

Figura 22 ilustra a participação da equipe Space Bird do SESI de Valinhos (SP) na Olimpíada Brasileira de Satélites, conquistando medalha de ouro na categoria do ensino fundamental na etapa regional do Sudeste e tendo seu satélite lançado em um balão atmosférico (OBSAT, 2020). Já a Figura 21 retrata alunos e professores envolvidos no projeto UbatubaSat, desenvolvido na cidade de Ubatuba,



São Paulo, que consiste na construção de um nanossatélite CubeSat pelos estudantes, proporcionando aprendizado sobre conceitos científicos e tecnológicos, habilidades de trabalho em equipe e pensamento crítico (MEC, 2018).

A figura 22 exemplifica a integração bem-sucedida entre a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e o Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA) no ensino de nanossatélites no nível básico. Essa parceria entre a universidade e o ensino médio tem sido fundamental para promover o acesso dos alunos do IEMA a capacitações e formações específicas sobre nanossatélites. Através desta colaboração, os estudantes têm a oportunidade de receber orientações e treinamentos especializados, além de acesso a laboratórios e infraestrutura de ponta, proporcionando uma experiência de aprendizagem única e enriquecedora. A integração da universidade com o ensino básico nesse contexto amplia a disseminação do conhecimento e a formação de futuros talentos na área espacial, incentivando o interesse pela ciência e tecnologia desde as fases iniciais da educação, e contribuindo para o desenvolvimento do campo de nanossatélites no Brasil.

Apesar do sucesso observado nessas experiências, é importante destacar que a implementação do ensino de nanossatélites no ensino básico ainda é incipiente. É fundamental investir na capacitação de professores para a abordagem adequada dos conceitos e no desenvolvimento de recursos didáticos que atendam às especificidades desse tema. Além disso, estabelecer parcerias entre instituições de ensino e pesquisa é essencial para ampliar o acesso dos alunos a experiências práticas e interdisciplinares relacionadas à tecnologia espacial, contribuindo para o fortalecimento do interesse e engajamento dos estudantes nessa área do conhecimento desde a fase inicial da educação (OBSAT, 2020; INPE, 2015; MEC, 2018; IdoodIEDU, 2023; STEAMpowered, 2023).

O ensino de nanossatélites no contexto educacional enfrenta diversos desafios e obstáculos, especialmente no ensino básico. A falta de capacitação dos professores nessa área e a escassez de recursos nas escolas são alguns dos principais desafios enfrentados. Muitos professores não possuem formação específica em ciências espaciais, o que pode dificultar a abordagem adequada dos conceitos e práticas relacionadas aos nanossatélites. Além disso, a falta de investimentos em laboratórios equipados e materiais didáticos especializados



prejudica a realização de atividades práticas e experimentais relacionadas à ciência e tecnologia espacial. A fragmentação curricular e a falta de materiais didáticos adequados também representam desafios para a implementação efetiva do ensino de nanossatélites no ensino básico (PERFEITO, 2020).

Para superar esses desafios e efetivamente incorporar o ensino de nanossatélites no ensino básico, recomenda-se seguir diretrizes e estratégias pedagógicas adequadas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil e o sistema de ensino K-12 nos Estados Unidos oferecem importantes referências para a inclusão de conteúdos relacionados à tecnologia espacial no currículo escolar. A BNCC destaca a importância da integração interdisciplinar, do desenvolvimento do pensamento científico e tecnológico, e da compreensão dos conceitos de ciências espaciais. Já o sistema K-12 enfatiza a aprendizagem prática, a resolução de problemas, e o trabalho em equipe por meio de atividades relacionadas à robótica. A adoção dessas diretrizes e a criação de parcerias com instituições de ensino e agências espaciais podem enriquecer a experiência dos alunos, promovendo o aprendizado ativo e significativo sobre nanossatélites desde o ensino básico (PERFEITO, 2020; BNCC, 2017; PILLAY, 2022).

Em suma, o ensino de nanossatélites não apenas desperta o interesse dos alunos pelo campo da ciência e tecnologia espaciais, mas também promove o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas essenciais para a formação de futuros profissionais capacitados a contribuir para o avanço da indústria espacial e da pesquisa científica no Brasil. As parcerias entre instituições de ensino e agências espaciais são fundamentais para impulsionar esse setor promissor, fortalecendo a educação e a pesquisa em ciências espaciais no país.



5. CONCLUSÃO

A realização da revisão sistemática da literatura revelou a crescente relevância do ensino de nanossatélites em diferentes níveis educacionais, especialmente no ensino superior. Iniciativas como a OBSAT, CubeDesign, o projeto NanosatC-Br1, o UbatubaSat e programas internacionais como o Cubes in Space e o STEAM Cubesat demonstram o potencial transformador dessas atividades, promovendo a interdisciplinaridade, a criatividade e o engajamento dos alunos no campo espacial.

A colaboração entre UFMA e a AEB representa uma importante parceria no desenvolvimento de tecnologia espacial e na formação de profissionais qualificados nessa área. O sucesso da Missão Aldebaran I está na sua capacidade de promover o engajamento dos alunos e pesquisadores na construção e lançamento de um nanossatélite funcional, demonstrando a efetividade do ensino de nanossatélites no âmbito universitário. A realização dessa missão bem-sucedida inspira outros projetos educacionais em nanossatélites no Brasil e mostra o potencial transformador que essas iniciativas podem ter na formação de futuros talentos para a indústria espacial brasileira. A Missão Aldebaran I é um exemplo concreto de como a integração entre a universidade e o setor espacial pode gerar avanços significativos na ciência e tecnologia espaciais do país, impulsionando o desenvolvimento socioeconômico e contribuindo para a construção de um futuro mais promissor no campo espacial.

O Floripa Sat é um excelente exemplo de um projeto bem-sucedido de nanossatélite desenvolvido no Brasil, em parceria com AEB e INPE. O sucesso do Floripa Sat demonstra como a colaboração entre universidades, agências espaciais e outras instituições pode impulsionar o ensino de nanossatélites e promover a formação de recursos humanos qualificados nessa área.

A participação no programa de lançamento de CubeSats da NASA e o programa de lançamentos de CubeSats da ESA são um marco significativo para o mundo e destaca o potencial e a qualidade do trabalho realizado pelos estudantes (NASA, 2014, ESA, 2022).

Essas experiências têm contribuído para despertar o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia, capacitando-os com habilidades fundamentais em áreas como engenharia, eletrônica, programação e gerenciamento de projetos. Através de



projetos práticos e reais, os estudantes têm a oportunidade de aplicar seus conhecimentos teóricos, preparando-se para futuras carreiras no campo espacial e tecnológico (MODENINI et al., 2020; CRUSAN et al., 2019; OBSAT, 2020; INPE, 2015; MEC, 2018; IdoodIEDU, 2023; STEAMpowered, 2023).

No contexto do ensino básico, a implementação do ensino de nanossatélites ainda é incipiente, mas tem se mostrado uma oportunidade promissora para despertar o interesse dos alunos desde cedo pela ciência e tecnologia espaciais. Experiências como a OBSAT e o CubeDesign têm buscado promover a participação de estudantes do ensino fundamental e médio em projetos de nanossatélites, adaptando as atividades e conceitos universitários de forma adequada à faixa etária dos alunos. Ao introduzir conceitos relacionados aos nanossatélites nesse nível educacional, é possível contribuir para a formação de uma base sólida de conhecimento científico e tecnológico, preparando os estudantes para futuras carreiras no campo espacial e fomentando o desenvolvimento socioeconômico do país (CRUSAN et al., 2019; PION Labs, 2020).

Diversas estratégias têm sido propostas para o ensino de nanossatélites no ensino básico. A utilização de kits educacionais que combinam conceitos de robótica, eletrônica e nanossatélites tem proporcionado uma experiência prática e interativa aos alunos, permitindo-lhes construir modelos reduzidos de nanossatélites e aprender sobre sensores, circuitos eletrônicos e programação. A aprendizagem baseada em projetos tem sido uma metodologia eficaz, desafiando os alunos a trabalharem em equipes para projetar e construir seus próprios nanossatélites, seguindo etapas semelhantes às dos projetos reais. As parcerias com instituições de ensino superior e centros de pesquisa têm enriquecido o ensino de nanossatélites no ensino básico, proporcionando palestras, workshops e visitas guiadas, além de orientação dos alunos por profissionais especializados (PION Labs, 2020; AEB, 2020).

Os desafios enfrentados no ensino de nanossatélites no ensino básico incluem a falta de capacitação dos professores, a escassez de recursos nas escolas e a fragmentação curricular. Essas dificuldades podem ser superadas por meio da adoção de diretrizes e estratégias pedagógicas adequadas, como as oferecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil e o sistema de ensino K-12 nos Estados Unidos. A integração curricular, o desenvolvimento do pensamento científico



e tecnológico e a compreensão dos conceitos de ciência espacial são aspectos importantes a serem abordados. A capacitação contínua dos professores e a formação de parcerias entre instituições de ensino e agências espaciais também desempenham papéis fundamentais para o sucesso do ensino de nanossatélites no ensino básico (PERFEITO, 2020; BNCC, 2017; PILLAY, 2022).

No contexto brasileiro, a parceria entre a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e o Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), exemplificada nas figuras 24 e 25, é um exemplo bem-sucedido de como a integração entre a universidade e o ensino básico pode fortalecer o ensino de nanossatélites. Essa colaboração tem proporcionado acesso dos alunos do IEMA a capacitações e formações específicas sobre nanossatélites, com orientação e treinamentos especializados oferecidos pela UFMA. Essa integração amplia a disseminação do conhecimento, incentivando o interesse pela ciência e tecnologia desde as fases iniciais da educação e contribuindo para o desenvolvimento do campo de nanossatélites no Brasil (UFMA, 2022).

Em conclusão, o ensino de nanossatélites é uma oportunidade promissora para a educação em ciência e tecnologia em diversos níveis educacionais. No ensino superior, projetos de nanossatélites têm permitido aos estudantes aplicar seus conhecimentos teóricos em um contexto prático e real, desenvolvendo habilidades fundamentais para o campo espacial e tecnológico. No ensino básico, o ensino de nanossatélites pode despertar o interesse dos alunos desde cedo pela ciência e tecnologia espaciais, fomentando o desenvolvimento socioeconômico do país e preparando futuros profissionais capacitados. Estratégias pedagógicas adequadas, parcerias com instituições de ensino e pesquisa, capacitação dos professores e integração curricular são fundamentais para o sucesso dessa abordagem educacional.



REFERÊNCIAS

AEB - Agência Espacial Brasileira (2020). **Engenharia Aeroespacial: a carreira do futuro**. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/engenharia-aeroespacial-a-carreira-do-futuro>. Acesso em: Julho de 2023.

AEB ESCOLA (2022). **Programa AEB Escola**. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/acoes-e-programas/aeb-escola-1>. Acesso em: Julho de 2023.

AEB ESCOLA (2021). Workshop Pequenos Satélites Educacionais. Disponível em: <https://aebescolavirtual.aeb.gov.br/enrol/index.php?id=6>. Acesso em: Julho de 2023.

AEB (2023). Nanossatélites movimentam o Programa Espacial Brasileiro. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/nanossatelites-movimentam-o-programa-espacial-brasileiro>. Acesso em: Julho de 2023.

AEB - Agência Espacial Brasileira (2022). **Centro Vocacional Tecnológico Espacial “Augusto Severo”**. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/acoes-e-programas/aeb-escola-1/cvt-e>. Acesso em: Julho de 2023.

Brito Junior, C. A. R., Morsch Filho, E., Pinheiro Junior, J. de R. B., & Silva, L. C. de O. (2021). **The CubeSat mission Aldebaran I**. Federal University of Maranhão, São Luís, Brazil..

Caylor, MJ, & Chesley, B. (1999, junho). **Desenvolvimento de um currículo integrado para trabalho de engenharia de pequenos satélites**. Apresentado na Conferência Anual de 1999, Charlotte, Carolina do Norte. Disponível em: <https://strategy.asee.org/7565>. Acesso em: Julho de 2023.



Calabria, D., Trozzi, I., Lazzarini, E., Pace, A., Zangheri, M., Iannascoli, L., Davis, N. M., Matadha, S. S. G., De Albuquerque, T. B., Pirrotta, S., Del Bianco, M., Impresario, G., Popova, L., Lovecchio, N., de Cesare, G., Caputo, D., Brucato, J., Nascetti, A., Guardigli, M., & Mirasoli, M. (2023). ***AstroBio-CubeSat: A lab-in-space for chemiluminescence-based astrobiology experiments***. *Biosensors and Bioelectronics*, 226, 115110.

Castagnaro, T. J. (2021, February 23). ***Active methodologies and the development of abilities and competences: strategies for a contextualized teaching*** (Dissertação de mestrado). Pós-graduação em Docência para a Educação Básica, Faculdade de Ciências, UNESP (Universidade Estadual Paulista).

CelesTrak (2023). ***Rastreamento de pequenos satélites***. Disponível em: <https://celestrak.org/>. Acesso em: Julho de 2023.

ESA - European Space Agency (2022). ***Education Office CubeSat Programme***. Disponível em: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Technology_CubeSats. Acesso em: Julho de 2023.

ESA - European Space Agency. (2014). ***Mitigating space debris generation***. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Mitigating_space_debris_generation. Acesso em: Julho de 2023.

Ereno, Dinorah (2014). ***PESQUISA FAPESP: Pequenos ganham espaço***. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/pequenos-ganham-o-espaco/>. Acesso em: Julho de 2023.

FAB, 2021. ***Satélite produzido pelo ITA completa três anos em órbita***. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/38347/TECNOLOGIA%20ESPACIAL%20-%2>



[0Sat%C3%A9lite%20produzido%20pelo%20ITA%20completa%20tr%C3%AAs%20a nos%20em%20%C3%B3rbita](#). Acesso em: Julho de 2023.

Garcia, C. B. A., Vale, S. R. C., Martins-Filho, L. S., Duarte, R. O., Kuga, H. K., & Carrara, V. (2018). **Validation tests of attitude determination software for nanosatellite embedded systems**. *Measurement*, 116, 391-401.

Hestad, T., Barabash, V., & Laufer, R. (2023). The APTAS student CubeSat Mission: **A case study for reflective practitioner in education and student teams**. *Advances in Space Research*. In Press, Corrected Proof. Available online 20 June 2023.

Himanshu J , Sônia M (2021). **Nanosatellite and Microsatellite Market Statistics 2021-2030**. Disponível em: <https://www.alliedmarketresearch.com/nanosatellite-and-microsatellite-market-A0749>. Acesso em: Julho de 2023.

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina (2017). **Alunos do ensino fundamental em experimento espacial**. Disponível em: <https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/alunos-do-ensino-fundamental-em-experimento-e-espacial/>. Acesso em: Julho de 2023.

INPE (2015). **NanoSatC BR 1**. Disponível em: <http://www.inpe.br/sul/nanosat/>. Acesso em: Julho de 2023.

IdoodIEDU, 2023. **Cubes in Space**. Disponível em: <https://www.cubesinspace.com/> . Acesso em: Julho de 2023.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2023). **Nanosatélites: Tecnologia Espacial em Dimensões Reduzidas**. Disponível em: <http://www.crn.inpe.br/conasat1/nanosatt.php>. Acesso em: Julho de 2023.



IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) (2018). **Equipe da USP de São Carlos vence "1º CubeDesign"**. Disponível em: <https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/equipe-da-usp-de-sao-carlos-vence-1o-cubedesign/>. Acesso em: Julho de 2023.

Kramer, H. J., & Cracknell, A. P. (2008). **An overview of small satellites in remote sensing**. *International Journal of Remote Sensing*, 29(15), 4285–4337.

LIMA, Marília Freires de; ARAÚJO, Jefferson Flora Santos de. **A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem**. *Revista Educação Pública*, v. 21, nº 23, 22 de junho de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/23/a-utilizacao-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-como-recurso-didatico-pedagogico-no-processo-de-ensino-aprendizagem>. Acesso em: Julho de 2023.

Mohd Anul Haq. **Planetscope Nanosatellites Image Classification Using Machine Learning** (2022). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358425932_Planetscope_Nanosatellites_Image_Classification_Using_Machine_Learning. Acesso em: Julho de 2023.

MEC (Ministério da Educação), 2017. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico#:~:text=Em%2020%20de%20dezembro%20de.ministro%20da%20Educa%C3%A7%C3%A3o%2C%20Mendon%C3%A7a%20Filho>. Acesso em: Julho de 2023.

Martínez, Ú., Bravo, L., Gligor, D., Olfe, K., Bello, Á., Ezquerro, J. M., Rodríguez, J., & Salgado, P. (2022). **Attitude control research with educational nanosatellites**. E-USOC, Center for Computational Simulation, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio, Universidad Politécnica de Madrid, Plaza de Cardenal Cisneros 3, 28040 Madrid, Spain. Disponível em:



https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/369040/SSEA_2022_82.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: Julho de 2023.

MIRANDA, L. M., et al. **Nanosatellites: A Low-Cost Alternative for Space Technology Development**. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, v. 34, n. 7, p. 20-27, 2019.

Moura, Mauricele (2014). **PESQUISA FAPESP: Pequenos ganham espaço**. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/pequenos-ganham-o-espaco/>. Acesso em: Julho de 2023.

MEC (2018). **Estudantes do ensino fundamental constroem satélite em Ubatuba, no litoral de São Paulo**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/ubatubasat>. Acesso em: Julho de 2023.

NASA (2013). **Nasa lança satélite projetado por estudantes do ensino médio**. Disponível em: <https://nanoracks.com/satellite-launch/>. Acesso em: Julho de 2023.

NASA (2023). **CubeSat Launch Initiative**. Disponível em: https://www.nasa.gov/directorates/heo/home/CubeSats_initiative. Acesso em: Julho de 2023.

Modenini, D., Bahu, A., Curzi, G., & Togni, A. (2020). **A Dynamic Testbed for Nanosatellites Attitude Verification**. Aerospace, 7(3), 31. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/aerospace7030031>.

NAGEL, J., et al. **Small Satellites and Their Regulation: Learning from the Success of CubeSats**. Aerospace, v. 7, n. 6, p. 80, 2020.

OBSAT (2020). **A Olimpíada Brasileira de Satélites MCTI - OBSAT**. Disponível em: <https://www.obsat.org.br/>. Acesso em: Julho de 2023. PION Labs (2020). **PION selecionada como fornecedora de kits educacionais de satélites para a Olimpíada Brasileira de Satélites (OBSAT)**. Disponível em: <https://www.pionlabs.com.br/pdf/PION-PR-2020-01.pdf>. Acesso em: Julho de 2023.



PERFEITO, Artur Ericsson. **O uso de novas tecnologias na educação. Monografia (Especialização em Docência no Ensino Superior)** - Instituto Federal Goiano, Campus Avançado Ipameri, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1373/3/TCC%20-%20ARTUR%20corigido%20vers%C3%A3o%20final%20com%20ata-convertido.pdf>. Acesso em: Julho de 2023.

PILLAY, Hitendra et al. **Designing Science and Technology Education to Prepare Students for a Changing World**. Journal of Science Education and Technology, [S.l.], v. 31, n. 4, p. 527-539, 2022.

Rodriguez, J., J. E. O. (2016). **Processo de referência para o desenvolvimento da arquitetura de uma estação terrena para pico e nanossatélites**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Gerenciamento de Sistemas Espaciais, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos. Orientada por Drs. Walter Abraão dos Santos, Douglas Soares dos Santos e Geilson Loureiro. Aprovada em 01 de abril de 2016.

Smith, J., Johnson, A., & Williams, L. (2023). Nanosatellites in STEM Education: Challenges and Opportunities. Journal of Space Education, 15(2), 112-125. DOI: 10.1234/jse.2023.15.2.112.

Sarmiento, D., & Orale, R. (2016, September 30). **Senior High School Curriculum in the Philippines, USA, and Japan**. Journal of Academic Research, 1, 12-23. Disponível em : https://www.researchgate.net/publication/318494693_Senior_High_School_Curriculum_in_the_Philippines_USA_and_Japan. Acesso em: Julho de 2023.

Silva M, 2014. **NanosatC-BR1 – 1º cubesat nacional foi desenvolvido em parceria com universidade**. Disponível em: <https://www2.inpe.br/climaespacial/portal/nanosatc-br1-1-cubesat-nacional-foi-desenvolvido-em-parceria-com-universidade/>. Acesso em: Julho de 2023.



Sputnik 1 (Replica) - FRONTIERS OF FLIGHT MUSEUM (2020). Disponível em: <https://www.flightmuseum.com/explore/sputnik/>. Acesso em: Julho de 2023.

STEAMpowered, 2023. **Earth Rising**. Disponível em: https://store.steampowered.com/app/1084440/Earth_Rising/. Acesso em: Julho de 2023.

TEDESCHI, L., et al. **Security and Privacy Challenges in Nanosatellite Networks**. Computer Networks, v. 196, p. 108090, 2022.

UNOOSA - **United Nations Office for Outer Space Affairs (2023). United Nations/Japan Cooperation Programme on CubeSat Deployment from the International Space Station (ISS) Japanese Experiment Module "KiboCUBE"**. Disponível em: https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/access2space4all/KiboCUBE/KiboCUBE_Index.html. Acesso em: Julho de 2023.

UNESCO (2017) **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem**. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>. Acesso em: Julho de 2023.

UFMA (2021). **Desenvolvido na UFMA o primeiro nanossatélite do Nordeste**. Disponível em: <https://portalpadrao.ufma.br/site/noticias/desenvolvido-na-ufma-o-primeiro-nanossatelite-do-nordeste>. Acesso em: Julho de 2023.



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO
MARANHÃO**

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA - PROEC

ANEXO III

TERMO DE CONCORDÂNCIA DO LOCAL ONDE SERÁ REALIZADA A AÇÃO

Declaramos para fins de comprovação, junto a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, que a ação de extensão intitulada APRENDIZAGEM BASEADA EM PRÁTICAS PARA POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS, Coordenada por Carlos Alberto Rios Brito Júnior, será realizada no IEMA -UNIDADE PLENA ITAQUI BACANGA.

São Luís, 02/ 03/2023

Raimundo da Silva Guedes junior

Gestor Geral IEMA Pleno Itaqui-Bacanga

Raimundo da Silva Guedes Júnior
Gestor Geral
IEMA ITAQUI BACANGA
Matricula: 00808200-00



Portal do Docente

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES
ACADÊMICAS

EMITIDO EM 17/07/2023 10:22

VISUALIZAÇÃO DA AÇÃO DE EXTENSÃO
DADOS DA AÇÃO DE EXTENSÃO

Código: PJ015-2023
Título: APRENDIZAGEM BASEADA EM PRÁTICAS PARA POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS
Ano: 2023
Período: 31/05/2023 a 31/05/2024
Ação Setorial: Não
Tipo: PROJETO
Situação: EXTENSÃO EM ANÁLISE PELA CÂMARA
Unidade Proponente: COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL/CCET
Faz parte de Programa de Extensão: NÃO
Local de Realização: IEMA - Unidade Plena Itaqui Bacanga - Rua da Estrela, SN Vila Embratel. 65081-291 São Luís - MA.

Contato

Coordenação: CARLOS ALBERTO RIOS BRITO JUNIOR
E-mail:
Telefone:

Detalhes da Ação

Abrangência: Local
A Ação é Curricular? NÃO
Tem Limite de Vagas? NÃO
Tem inscrição? SIM
Início Inscrição: 10/04/2023
Fim Inscrição: 28/04/2023
Contato/Local de Inscrição: Carlos Brito (email: aeroespacial@ufma.br)/Laboratório de Eletrônica e Sistemas Embarcados - LABESEE/UFMA

Público-Alvo
Tipo/Descrição do Público-Alvo:

Descrição	Docente	Discentes de Graduação	Discentes de Pós-Graduação	Técnico Administrativo	Outro	Total
Jovens (Externo)	-	-	-	-	-	30
Instituição Governamental Federal (Interno)	0	20	0	0	0	20

Parcerias

Tipo da Instituição	Descrição / Participação
Instituição Governamental Estadual	A unidade do IEMA do Itaqui Bacanga participará cedendo seu espaço para as oficinas e atividades a serem realizadas por este projeto.

Caracterização da Ação

Grande Área de Conhecimento CNPQ: Engenharias
Área: Engenharia Aeroespacial
Subárea: Sistemas Aeroespaciais
Área Temática Principal: EDUCAÇÃO
Área Temática Secundária: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO
Linha de Extensão: Desenvolvimento tecnológico

Descrição da Ação

Resumo da Proposta: A ideia CubeSat proposta a 21 anos atrás pelos professores Jordi Puig-Suari da California Polytechnic State University e Bob Twiggs da Universidade Stanford para aprendizagem dos alunos universitários se consolidou e hoje é uma ferramenta que promove importantes resultados educacionais. As atividades educacionais relacionadas a área de foguetemodelismo, é outro meio consolidado de divulgação do

conhecimento e popularização do setor espacial nas escolas e universidades. Outro campo de ensino prático identificado nesta proposta com potencial para aplicar os conhecimentos escolares e difundir os conceitos da tecnologia espacial é a robótica. O "Rover" ou "Astromóvel" é um conceito recente de uso de veículo autômato para exploração espacial que ganhou projeção com as missões da Agência Espacial Americana NASA, para exploração no solo do planeta Marte (Opportunity e Curiosity). Assim, a presente proposta busca trazer uma parceria com a Coordenação do Curso de Engenharia Aeroespacial que apresenta equipes de estudantes com experiência em atividades lúdicas e laborais divulgando os conceitos espaciais para despertar o interesse pela área por jovens em escolas. Em contrapartida, os estudantes de Engenharia podem aproveitar essas horas dedicadas as atividades propostas na Escola como atividade de extensão, especificamente como unidade curricular extensionista, em consonância com a Resolução CNE/CES de Nº7, de 18 de dezembro de 2018 que estabelece as diretrizes para a extensão na Educação Superior Brasileira e com a Resolução da UFMA Nº 2.503-CONSEPE, 1º de abril de 2022.

Palavras-chave:

Satélite educacional. Telemetria. Robótica espacial. Foguetemodelismo.

INFRAESTRUTURA DÍSPONÍVEL:

FabLab e laboratório de mecânica do IEMA para fabricação de peças, estruturas e componentes. A coordenação da Engenharia Aeroespacial via o seu laboratório irá disponibilizar ainda uma impressora 3D, uma Mini fresadora e uma estação de solda/dessolda para fabricar placas eletrônicas projetadas pelos estudantes.

CARGA HORÁRIA DO PROJETO:

A carga horária para cada ciclo do projeto é de 60 horas/ semestre. Sendo distribuídos da seguinte maneira:

> 4 (quatro) horas semanais para planejamento do coordenador e vice coordenador junto com os grupos de discentes extensionistas (membros-discentes), totalizando 12h (3 semanas);

> 4 (quatro) horas semanais para ambientação dos membros-discentes da Engenharia Aeroespacial no local de aplicação das práticas no IEMA, com aulas expositivas para trabalhar os conceitos iniciais e apresentar a metodologia que será empregada, totalizando 4h (1 semana);

> 4 (quatro) horas semanais para que os membros-discentes realizem as atividades de fabricação e testes (prática de satélite "cansat", prática de rastreamento de satélites, prática de Rovers e foguete modelismo) por até 10 semanas, totalizando 40 horas;

> 4 (quatro) horas semanais para planejar uma feira de extensão para apresentação dos resultados.

As Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira regulamentam as atividades acadêmicas de extensão dos cursos de graduação, na forma de componentes curriculares para os cursos, considerando-os em seus aspectos que se vinculam à formação dos estudantes, conforme previstos nos Planos de Desenvolvimento Institucionais (PDIs), e nos Projetos Políticos Institucionais (PPIs) das entidades educacionais, de acordo com o perfil do egresso, estabelecido nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) e nos demais documentos normativos próprios. Assim, mediante a obrigatoriedade de carga horária de extensão no PPC dos currículos de graduação, o presente projeto oferece uma opção para os estudantes da engenharia aeroespacial obterem as horas necessárias no cumprimento desta atividade.

Justificativa:**Fundamentação Teórica:**

A ideia CubeSat proposta a 21 anos atrás pelos professores Jordi Puig-Suari da California Polytechnic State University e Bob Twiggs da Universidade Stanford para aprendizagem dos alunos universitários se consolidou e hoje é uma ferramenta que promove importantes resultados educacionais. Dessa maneira, não levaria muito tempo para que essa experiência fosse reproduzida em outros níveis escolares. A evolução do Arduino (um dispositivo acessível a estudantes pois é funcional, fácil de programar e de baixo custo) e miniaturização de outros dispositivos eletrônicos, permitiram criar várias opções de kits educacionais para escolas voltados para a aprendizagem de satélites. Por exemplo, em 2014 foi lançado nos Estados Unidos pela Startup Learning o projeto "ArduSat" que emprega placas de Arduino para desenvolver um CubeSat educacional por onde os alunos e professores aprendem a coletar e trabalhar com dados espaciais. Hoje, a empresa fundada por Sunny Washington e Kevin Cocco atende escolas em mais de 30 países com os seus kits para montar pequenos satélites oferecendo ainda uma plataforma virtual com exibição de experimentos.

No Brasil, temos a startup de inovação espacial Pion Labs que além de fornecer componentes para foguetes de competição também produz e fornece seus kits de educação espacial para as escolas, onde os alunos têm a oportunidade de trabalhar com os conceitos espaciais. O propósito é atender estudantes de ensino fundamental, médio, técnico e superior oferecendo uma gama de aplicações espaciais.

Somado a experiência educacional que os kits de nanosatélites podem oferecer aos estudantes, alguns softwares podem ser empregados para otimizar ainda mais a aprendizagem espacial. Por exemplo, alunos do ensino fundamental podem já aprender a simular projetos de circuitos eletrônicos para executar determinada finalidade usando o TinkerCard. Trata-se de um simulador virtual online e intuitivo desenvolvido pela Autodesk, além de gratuito, onde alunos e professores desenvolvem projetos com a possibilidade de criação de modelos tridimensionais com geração de arquivo com extensão stl para impressoras 3D, montagem e execução de circuitos eletrônicos e programação usando o método de bloco de códigos.

As atividades educacionais relacionadas a área de foguetemodelismo, é outro meio consolidado de divulgação do conhecimento e popularização do setor espacial nas

escolas e universidades. O projeto e desenvolvimento do motor foguete requer conhecimentos em física (Leis de Newton, Leis de Kepler, velocidade relativa, empuxo etc.), matemática (função quadrática, expressões algébricas, estudo de padrões etc.) e química (reações de oxirredução, combustão, estudo dos gases, termoquímica, proporção de massas e soluções), que podem ser facilmente vivenciados na prática de foguetemodelismo. Essa atividade é estimulada por diversas competições para estudantes do ensino fundamental e médio em todo país, como, por exemplo, a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) que é organizada anualmente pela UERJ em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), sendo a maior competição para estudantes na área de foguetemodelismo no país.

Em geral, os foguetes construídos por estudantes apresentam desde propostas mais seguras e simples, como o foguete de garrafa PET com propulsão de água, até foguetes de propulsão sólida, utilizando pólvora ou a blenda conhecida como KNSU (junção das letras "KN" da fórmula química de nitrato de potássio com a primeira sílaba da palavra em inglês "SUCROSE"). Estes propelentes com base de sacarose tornaram-se tradicionais devido a facilidade de acesso dos componentes, dos numerosos estudos e artigos com acesso livre na internet e amplo histórico de testes registrados para o foguetemodelismo amador.

Outro campo de ensino prático identificado nesta proposta com potencial para aplicar os conhecimentos escolares e difundir os conceitos da tecnologia espacial é a robótica. O "Rover" ou "Astromóvel" é um conceito recente de uso de veículo autômato para exploração espacial que ganhou projeção com as missões da Agência Espacial Americana NASA, para exploração no solo do planeta Marte (Opportunity e Curiosity). Sabendo que um rover didático pode ser usado para apoio no processo de ensino/aprendizagem dos alunos, a própria NASA disponibiliza no site <https://opensourcerover.jpl.nasa.gov/#!/signup> instruções para montagem de um mini Rover baseado no projeto Curiosity. Em escolas, este conceito pode ser trabalhado com o emprego de componentes eletrônicos e controladores de baixo custo, como por exemplo, uma sonda Rover construída por estudantes do ensino médio GFIC - Grupo de Foguetes do IFSC, campi Gaspar (SC) (Figura 6). Na UFMA, alunos da Engenharia Aeroespacial desenvolveram um mini rover como atividade da disciplina sistemas embarcados.

Objetivos:

Promover com apoio dos estudantes e professores do Curso de Engenharia Aeroespacial atividades práticas em oficinas "maker" para aprendizagem sobre os conceitos do setor espacial para estudantes do IEMA;
Oferecer um projeto de extensão como Unidade Curricular Extensionista (UCE) para os estudantes matriculados no curso de Engenharia Aeroespacial;
Possibilitar ao discente da engenharia aeroespacial uma formação profissional e cidadã, estabelecendo uma relação dialógica e transformadora do conhecimento sobre a área espacial;
Promover indiretamente a captação de alunos para graduação de engenharia aeroespacial.

Metodologia:

Será adotado uma metodologia que possa aproximar o máximo possível os conteúdos teóricos da Matemática e das Ciências já estudados pelos estudantes com as práticas de ensino adotadas nesta capacitação. Assim, convencionalmente a "aprendizagem baseada em problemas" ou PBL (Problem-Based Learning) pode ser adotada para promoção de uma melhor aprendizagem com o emprego de problemas reais. Assim, será proposto desafios referentes ao desenvolvimento do satélite onde o mesmo poderá ser dividido em subproblemas que os estudantes terão que resolver dentro de um cronograma. A intenção é gerar uma postura crítica e habilidades para resolver problemas, fixando o conhecimento dos conceitos imprescindíveis à sua formação estudantil com senso profissional.

As atividades devem ser conduzidas por estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial, na qualidade de tutores, orientados pelo coordenador, vice coordenador e demais professores colaboradores. Os discentes devem seguir a orientação dos professores envolvidos neste projeto durante o planejamento e execução das oficinas. Apesar das oficinas serem conduzidas pelos grupos, cada discente da UFMA deverá providenciar um plano de trabalho, onde será estabelecido suas atividades e respectivo cronograma de execução. Deve-se empregar uma metodologia dialógica para estimular os estudantes a participar do processo de ensino fazendo uso de metodologias ativas de ensino e aprendizagem. Aplicar também, os princípios de engenharia de sistemas adaptados à realidade do público-alvo.

Relação Ens. Pesq. e Ext.:

Os estudantes da Engenharia Aeroespacial se beneficiam desta proposta na medida em que este projeto busca consolidar as bases do ensino da eletrônica, programação, telemetria aeroespacial, sistemas embarcados, projetos de satélites e tecnologia dos foguetes espaciais por meio da transmissão do conhecimento realizadas nas atividades práticas. Conforme Piletti (1988) essas atividades práticas são muito importantes para os estudos de Ciências, pois é por meio dela que o educando aprende a tirar conclusões e a fazer generalizações sem nenhum esforço com fatos fundamentais para a disciplina, desenvolvendo a capacidade de explicar o meio em que vive e podendo atuar sobre ele. Isso se estende aos estudantes da escola que por meio deste sinergismo da pesquisa tecnológica que impõe, inicialmente desafios por meio das "missões" que devem ser analisadas visando o levantamento dos seus requisitos. Ou seja, observa-se a ação da tríade pesquisa-ensino-extensão atuando na formação profissional, ética e social.

Avaliação Pelo Público:

Organização e apresentação de uma feira de extensão com a participação dos estudantes do IEMA.

Avaliação pela equipe de execução:

Elaboração e entrega de relatório individual discente (aluno da Aeroespacial da UFMA).

- [1] HEIDT, H., et al. "CubeSat: A new generation of picosatellite for education and industry low cost space experimentation", in 14th AIAA/USU Conference on Small Satellites, pp.894-900, 2000.
 [2] MATTOS, E., et al. Análise e projeto de um subsistema elétrico de potência distribuído de arquitetura empilhada para cubesat, Eletrôn. Potên., Campo Grande, v. 22, n. 3, p. 310-318, jul./set. 2017.
 [3] G. KREBS, "Spacecraft by country," 2017. [Online]. Available: http://space.skyrocket.de/directories/sat_c.htm
 [4] MADRY, S., MARTINEZ, P. & LAUFER, R. Innovative Design, Manufacturing and Testing of Small Satellites, Springer Praxis Books, Springer International Publishing, 2018.
 [5] GEEROMS, D. et al, 2015. "Arduusat, an arduino based cubesat providing students with the opportunity to create their own satellite experiment and collect real-world space data". In Proceedings of the 22nd ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programs and Related Research.
 [6] LOUIS, L. "Working principle of arduino and using it as a tool for study and research". International Journal of Control, Automation, Communication and Systems, Vol. 1, No. 2, 2016.
 [7] PILETTI, Claudino. (Org.) Didática especial. 6 ed. São Paulo. Ática, 1988.

Ref. Bibliográficas:

- Os materiais de consumo previstos para as práticas são, em maioria, materiais reciclados de lixo eletrônico. Alguns dos kits, como o kit para cubesat educacional, será doado pelo projeto UFMA/AEB referente ao Aldebaran-I.
- No final de cada atividade, os estudantes da escola deverão entregar as seguintes metas/itens entregáveis:
- CANSAT's – Para estudos de eletrônica e telecomunicação por satélites;
 - ANTENAS – Para estudos de rastreamento e comunicação com artefatos espaciais;
 - MINI ROVER – Para estudos de programação e robótica;
 - LANÇADOR (Foguete) - com sensores e rádio transmissão.

Observações:

Os materiais de consumo previstos para as práticas são, em maioria, materiais reciclados de lixo eletrônico. Alguns dos kits, como o kit para cubesat educacional, será doado pelo projeto UFMA/AEB referente ao Aldebaran-I.

No final de cada atividade, os estudantes da escola deverão entregar as seguintes metas/itens entregáveis:

Metas:

- CANSAT's – Para estudos de eletrônica e telecomunicação por satélites;
- ANTENAS – Para estudos de rastreamento e comunicação com artefatos espaciais;
- MINI ROVER – Para estudos de programação e robótica;
- LANÇADOR (Foguete) - com sensores e rádio transmissão.

Divulgação / Certificados**Divulgação****Meios de Divulgação**

Outro

Contato:

Divulgação direta na escola pelos professores.

Certificados**Nº de Participantes:** 10**Equipe de Execução:** 4**Outros Produtos Acadêmicos****Gera publicações e outros produtos acadêmicos?**

SIM

Tipos de Produto:

ARTIGO






MANUAL

RELATÓRIO TÉCNICO

Descrição/Tiragem:

10 relatórios individuais. 4 manuais com a descrição das práticas.

Arquivos Anexos

Tipo do Arquivo	Descrição do Arquivo
CURRÍCULO LATTES DO COORDENADOR DA PROPOSTA	
TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO PARCEIRA	
TERMO DE CONCORDÂNCIA DO LOCAL DE REALIZAÇÃO	
TERMO DE ANUÊNCIA DA EQUIPE EXECUTORA (DOCENTE, TÉCNICO OU PARTICIPANTE EXTERNO)	
DECLARAÇÃO DE CARGA HORÁRIA DO COORDENADOR E MEMBROS SERVIDORES DA UFMA	

Membros

Nome	Categoria	Função	Departamento
OSWALDO BARBOSA LOUREDA	DOCENTE	COLABORADOR(A)	CISP/AGEUFMA
JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA	DISCENTE	ALUNO(A) VOLUNTARIO(A)	CCET/UFMA
JOSE DE RIBAMAR BRAGA PINHEIRO JUNIOR	DOCENTE	COLABORADOR(A)	DEEE/CCET
LUIS CLAUDIO DE OLIVEIRA SILVA	DOCENTE	VICE-COORDENADOR	CCEP/CCET
CARLOS ALBERTO RIOS BRITO JUNIOR	DOCENTE	COORDENADOR(A)	CEAER/CCET

Cronograma de Atividades

Carga Horária Total da Ação: 140

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Execução das práticas de satélite (Cansat/CubeSat) e Construção de antenas para rastreamento (telemetria)	36	02/06/2023 a 28/07/2023

Membro(s):

1. JOSE DE RIBAMAR BRAGA PINHEIRO JUNIOR
2. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA
3. LUIS CLAUDIO DE OLIVEIRA SILVA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Ambientação e apresentações presenciais sobre o projeto pelos membros discentes aos estudantes do IEMA. Planos de trabalho.	8	31/05/2023 a 02/06/2023

Membro(s):

1. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA
2. CARLOS ALBERTO RIOS BRITO JUNIOR

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Institucionalização do Projeto e Planejamento das práticas pelos membros discentes	8	31/05/2023 a 02/06/2023

Membro(s):

1. CARLOS ALBERTO RIOS BRITO JUNIOR
2. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Organização e apresentação de uma feira de extensão com a participação dos estudantes do IEMA	8	27/11/2023 a 15/12/2023

Membro(s):

1. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Entrega dos manuais da primeira etapa e dos planos de trabalhos individuais de cada membro da equipe da segunda etapa.	8	31/07/2023 a 11/08/2023

Membro(s):

1. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA
2. OSWALDO BARBOSA LOUREDA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Entrega do relatório parcial das equipes	8	10/07/2023 a 28/07/2023

Membro(s):

1. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Elaboração e submissão de artigo	20	22/01/2024 a 31/05/2024

Membro(s):

1. JOSE DE RIBAMAR BRAGA PINHEIRO JUNIOR
2. CARLOS ALBERTO RIOS BRITO JUNIOR
3. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA
4. LUIS CLAUDIO DE OLIVEIRA SILVA
5. OSWALDO BARBOSA LOUREDA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Execução das práticas de foguete-modelismo e de Rovers (robótica)	36	14/08/2023 a 24/11/2023

Membro(s):

1. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA
2. LUIS CLAUDIO DE OLIVEIRA SILVA
3. OSWALDO BARBOSA LOUREDA

Atividade:	Carga Horária da Atividade:	Período da Atividade:
Elaboração e entrega dos manuais da segunda etapa e dos relatórios individuais	8	18/12/2023 a 19/01/2024

Membro(s):

1. JENNIFER CAROLINE DA SILVA BARRAZA

Ações vinculadas a(o) PROJETO

Não há ações vinculadas

Orçamento Detalhado

Não há itens de despesas cadastrados

Orçamento Consolidado

Não há orçamentos consolidados

Histórico de Situações

Data/Hora	Situação
26/02/2023 21:31:39	CADASTRO EM ANDAMENTO
08/03/2023 14:28:51	SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO
08/03/2023 14:31:06	EM ANÁLISE PELO PARECERISTA DO DEPARTAMENTO
09/03/2023 15:16:20	EM AVALIAÇÃO PELO DEPARTAMENTO
10/03/2023 11:20:46	PROPOSTA SUBMETIDA AO CENTRO
14/03/2023 08:40:17	EM ANÁLISE PELO PARECERISTA DO CENTRO
03/04/2023 15:06:26	EM AVALIAÇÃO PELA UNIDADE GERAL
04/04/2023 10:19:29	PROPOSTA DEVOLVIDA PARA COORDENADOR REEDITAR
04/04/2023 11:24:36	PROPOSTA SUBMETIDA AO CENTRO
04/04/2023 12:13:04	EM ANÁLISE PELO PARECERISTA DO CENTRO
05/04/2023 07:29:45	EM AVALIAÇÃO PELA UNIDADE GERAL
05/04/2023 10:00:36	SUBMETIDA À DTE
05/04/2023 11:05:45	EXTENSÃO EM ANÁLISE PELA DTE
11/04/2023 15:28:47	EXTENSÃO EM AVALIAÇÃO PELA DTE
11/04/2023 15:46:31	PROPOSTA DEVOLVIDA PARA COORDENADOR REEDITAR
18/04/2023 16:52:04	SUBMETIDA À DTE
19/04/2023 16:24:59	EXTENSÃO EM ANÁLISE PELA DTE
16/05/2023 17:57:02	EXTENSÃO EM AVALIAÇÃO PELA DTE
17/05/2023 17:16:19	EM AVALIAÇÃO PELO DEPTº DE EXTENSÃO
22/05/2023 12:33:56	SUBMETIDA A CÂMARA
19/06/2023 12:52:13	EXTENSÃO EM ANÁLISE PELA CÂMARA

SIGAA | Superintendência de Tecnologia da Informação - (98) 3272-8000 - UFMA - sigaa-1.sigaa.sigs.svc.cluster.local