



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL



FABRIZIA MARIA SOUZA LACERDA ALVES

**SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO: UM OLHAR EDUCATIVO SOBRE
DETRITOS ESPACIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

FEIRA DE SANTANA

2025

FABRIZIA MARIA SOUZA LACERDA ALVES

**SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO: UM OLHAR EDUCATIVO SOBRE DETRITOS
ESPACIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado Profissional da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Germano Pinto Guedes

**FEIRA DE SANTANA
2025**

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

A479s Alves, Fabrizia Maria Souza Lacerda
Sustentabilidade no espaço: um olhar educativo sobre detritos
espaciais na Educação Básica./ Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves,
2025.
188 f.: il.

Orientador: Jean Paulo dos Santos Carvalho
Coorientador: Germano Pinto Guedes

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Feira
de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2025.

1.Astronomia – Ensino. 2.Detrimento espacial. 3.Interdisciplinaridade
4.Educação ambiental– Sustentabilidade. 5.Educação – Ensino Médio.
6.Educação – Ensino Fundamental. I.Carvalho, Jean Paulo dos Santos,
orient. II.Guedes, Germano Pinto, coorient. III. Universidade Estadual
de Feira de Santana. IV.Título.

CDU: 521/523(07)

Maria de Fátima de Jesus Moreira - Bibliotecária - CRB-5/1120

ATA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): FABRIZIA MARIA SOUZA LACERDA ALVES

DATA DA DEFESA: 30 de outubro de 2025 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 15:05

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO			
JEAN PAULO DOS SANTOS CARVALHO	Presidente/ Orientador	DR	UFRB
ANA VERENA FREITAS PAIM	Membro Interno	DR	UEFS
NILSON ANTONIO FERREIRA ROSEIRA	Membro Externo	DR	UFRB

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*: SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO: UM OLHAR EDUCATIVO SOBRE DETRITOS ESPACIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Ensino e Difusão de Astronomia

LINHA DE PESQUISA: Ensino Interdisciplinar de Astronomia e a Difusão Científico-Tecnológica

Em sessão pública, após exposição de 43 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 55 min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

☒ APROVADO(A)
☐ INSUFICIENTE
☐ REPROVADO(A)

** Recomendações¹: _____

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 30 de OUTUBRO de 2025

Presidente: Jean Paulo dos Santos Carvalho
Membro 1: Ana Verena Freitas Paim
Membro 2: Nilson Antonio Ferreira Roseira
Membro 3: _____
Candidato (a): Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves
Coordenador do PGAstro: Vitor Hugo

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.

ATA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO

CANDIDATO (A): FABRIZIA MARIA SOUZA LACERDA ALVES

DATA DA DEFESA: 30 de outubro de 2025 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 15:05

GUIA DIDÁTICO: OFICINAS QUE CONVERSAM SOBRE
A TEMÁTICA DOS DETRITOS ESPACIAIS

Feira de Santana, 30 de OUTUBRO de 2025.

Presidente: Fernando dos Santos Gaudêncio
Membro 1: Angela Verena Freitas Buim
Membro 2: Ademir Antônio Lima Filho
Membro 3: _____
Candidato (a): Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves
Coordenador do PGAstro: Vitor A. T. Silva

Dedico este trabalho a todas as pessoas que fazem parte da minha vida e contribuíram, de alguma forma, para que essa conquista se tornasse realidade.

Em especial, a minha mãe, Ana Maria, que sempre acreditou em meus sonhos e me apoiou em cada passo dessa jornada.

Te amo incondicionalmente, mãe!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre colocar em minha vida pessoas especiais e oportunidades valiosas, que foram fundamentais para minha jornada, meu crescimento pessoal e minha trajetória profissional.

Aos meus pais, Ana e Antônio, por serem a minha base. Em especial, à minha mãe Ana, meu amor maior, minha fonte de inspiração, minha heroína, mulher guerreira que sempre me guiou e direcionou pelos caminhos do bem, que me ensinou o poder transformador da Educação e sempre me apoiou em todos os momentos da minha vida. Obrigada mãe, por compreender as ausências e por sempre me fazer acreditar que eu poderia chegar aonde eu quisesse estar.

Ao meu avô, Angelo (*in memoriam*), o grande maestro do meu ser, por ter regido tão bem a minha Educação e por revelar nos olhos o orgulho em ter sua neta primogênita, licenciada em Matemática pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Queria que pudesse estar aqui fisicamente, mas sinto sua presença diária em tudo o que faço. Obrigada pelos ensinamentos, pelas vezes em que achei que foi duro e por sempre me amar. Sinto sua falta! Te amo, vô!

À Emanuele, pelo amor mútuo, carinho, paciência, parceria e dedicação. Obrigada por sempre estar ao meu lado e por embarcar nos meus sonhos como se fossem seus e vivenciá-los juntamente comigo. Obrigada por compreender as ausências e por me ajudar a minimizar as distâncias, fazendo com que elas sejam cada vez menores. Gratidão pela reciprocidade! Te Amo!

Ao meu irmão, Fabrício, presente que meus pais e Deus me deram, por todo o seu amor e carinho. Te amo, Té!

Às minhas tias, Angela e Bierci, pelo apoio, incentivo, pelo cuidado, proteção e por me amarem desse jeitinho que sou. Amo muito vocês!

À minha prima, Maria Gabriela, por a cada dia me fazer ter mais orgulho de quem você vem se tornando e por me enxergar em você, quando te vejo tão dedicada e engajada na vida acadêmica. Seu futuro é brilhante, tenha certeza disso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho, pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos, pelas oportunidades que me foram oferecidas, pelos ensinamentos diários, pela paciência e dedicação com que conduziu a orientação do meu trabalho, por me acolher e acreditar que eu seria

capaz. Obrigada pelos risos, pelos momentos de empatia, parceria, trocas e amizade.

Aos meus amados Profs. Drs. Ana Verena Freitas Paim e Carlos Alberto de Lima Ribeiro, obrigada pelas valiosas contribuições no meu trabalho, por estarem presentes nos muitos momentos vividos por mim ao longo desses 24 meses na UEFS. Obrigada pelo apoio, incentivo, carinho, amizade, conselhos, cuidado e trocas constantes. Obrigada por nos fazerem acreditar diuturnamente que somos capazes de conquistar o mundo e de realizarmos tudo aquilo que nos propusermos a fazer.

À minha querida e generosa Coordenadora, Prof.^a Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin e meu ilustre Vice Coordenador, Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira, por juntamente com o Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe, serem exemplos de profissionais, seres humanos aguerridos, dedicados e valorosos que nutrem um amor incondicional pelo Mestrado Profissional em Astronomia da UEFS. Obrigada por acreditarem em nós, mestrandos e por nos fazerem chegar tão longe.

Gratidão à UEFS, minha casa querida e amada. O quanto me sinto honrada em fazer parte desta casa. Lugar que me permitiu aflorar para o mundo e que me proporcionou conhecimento e empoderamento para que eu chegasse aonde eu cheguei. Casa que me permitiu crescer como pessoa e como profissional.

À minha querida 10^a Turma, intitulada por Zênite, à qual compartilhamos muitos momentos de amizade e conhecimento. Em especial a minha dupla de estudos, Ernesto e Gilvan, com vocês muitas coisas se tornam mais leves e reais. Sentirei saudades dos nossos momentos de estudo presenciais e das reuniões rápidas remotas. Fomos incríveis!

As minhas amigas, Débora, Eva e Fabiana, pelas boas conversas sobre Educação e principalmente sobre a vida. Obrigada por sempre torcerem e acreditarem em mim.

Ao amigo e companheiro de profissão, Ernesto, pela amizade, pelas boas conversas, pelas trocas, pelas partilhas, pelo incentivo e pelas contribuições que enriqueceram esse trabalho. Ao longo destes 24 meses, sempre apoiamos um ao outro, e isso foi primordial.

À Comunidade de Prática – Educação Científica CETIAC, pelos momentos de aprendizado, partilha, pelas trocas realizadas com os docentes e discentes nos

nossos momentos de discussão e por materializar o sonho de uma Educação Transformadora.

À Fernanda, nossa secretária do Mestrado, que acompanhava nossa vida acadêmica, dava suporte e auxiliava sempre que preciso.

E a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta caminhada e contribuíram com ensinamentos, incentivo e companheirismo.

"Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo" (FREIRE, 1979, p. 84).

RESUMO

O avanço da ciência e da tecnologia nas últimas décadas vem transformando o planeta de forma considerável, com impactos significativos, inclusive, no ambiente espacial onde os detritos espaciais estão presentes, ou seja, objetos (satélites e naves espaciais) produzidos e lançados ao espaço em variadas órbitas que não possuem mais nenhuma função útil. Um problema se manifesta tanto no acúmulo de lixo em ambientes terrestres, quanto no espaço, neste último, por meio de detritos oriundos de satélites artificiais e equipamentos desativados, que orbitam em torno do planeta Terra. Diante desse cenário, torna-se essencial repensar práticas de produção e consumo, com vistas à sustentabilidade e à preservação ambiental. Portanto, essa problemática ganha maior dimensão quando se incluem os detritos espaciais (lixo espacial). Diante desse contexto, a busca por uma alternativa para entender e interagir com a natureza é vital, e abrangendo a análise, é possível inserir na discussão todo o espaço orbital da Terra, buscando formas mais sustentáveis na sua utilização. Neste trabalho, produzimos materiais didáticos envolvendo a temática dos detritos espaciais, com fins de mediação do processo de ensino e aprendizagem sobre a sustentabilidade do ambiente espacial com foco na Astronomia. Metodologicamente elaboramos por meio de uma pesquisa descritiva e exploratória, com abordagem qualitativa, a partir de uma revisão bibliográfica e de um estudo de campo desenvolvido junto aos dez professores da área de Ciências Naturais, Física, Matemática e Geografia dos Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio que compõem o quadro docente do Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand - CETIAC. Nesse sentido, esta pesquisa tem por escopo apresentar a temática do ambiente espacial em consonância com a sustentabilidade, entendendo que, na atualidade, a sociedade está marcada pela necessidade do desenvolvimento de uma visão integradora sobre estas questões, priorizada pela busca de aprofundamento e especialização nestas temáticas. Nesse contexto, os detritos espaciais são abordados com um olhar voltado para a Educação Básica, por meio da elaboração do seguinte produto educacional: um guia didático das oficinas realizadas no CETIAC. Esse material tem como finalidade apoiar e orientar os docentes da Educação Básica na construção de práticas pedagógicas que permitam trabalhar conteúdos de Astronomia, com ênfase nos Detritos Espaciais, de forma significativa. O foco está nos anos finais do Ensino Fundamental, valorizando uma abordagem interdisciplinar que estimule o pensamento crítico, a curiosidade científica e a reflexão sobre os impactos ambientais no planeta e no seu espaço orbital. Também incluímos o tema Direito Espacial Internacional na Educação Básica, que pode ser uma maneira interessante de despertar o interesse dos estudantes por temas de ciência, tecnologia e direito.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Detrito Espacial. Interdisciplinaridade. Educação Ambiental. Sustentabilidade. Produto Educacional.

ABSTRACT

Advances in science and technology in recent decades have significantly transformed the planet, with significant impacts including on the space environment where space debris resides—objects (satellites and spacecraft) produced and launched into various orbits that no longer serve any useful function. This problem manifests itself both in the accumulation of waste in terrestrial environments and in space, in the latter through debris from artificial satellites and decommissioned equipment orbiting planet Earth. Given this scenario, it is essential to rethink production and consumption practices with a view to sustainability and environmental preservation. Therefore, this problem gains greater dimension when space debris (space junk) is included. In this context, the search for an alternative way to understand and interact with nature is vital, and by encompassing this analysis, it is possible to include the entire Earth's orbital space in the discussion, seeking more sustainable ways to utilize it. In this work, we produced teaching materials addressing the topic of space debris to mediate the teaching and learning process on the sustainability of the space environment, focusing on astronomy. Methodologically, we developed descriptive and exploratory research with a qualitative approach, based on a literature review and a field study conducted with ten teachers of Natural Sciences, Physics, Mathematics, and Geography from the final years of elementary school and high school who make up the teaching staff of Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand (CETIAC). Therefore, this research aims to present the topic of the space environment in line with sustainability, understanding that, today, society is marked by the need to develop an integrated perspective on these issues, prioritized by the pursuit of in-depth knowledge and specialization in these topics. In this context, space debris is addressed from a Basic Education perspective, through the development of the following educational product: a teaching guide for the workshops held at CETIAC. This material aims to support and guide Basic Education teachers in developing pedagogical practices that allow them to meaningfully address Astronomy content, with an emphasis on Space Debris. The focus is on the final years of Elementary School, valuing an interdisciplinary approach that fosters critical thinking, scientific curiosity, and reflection on environmental impacts on the planet and its orbital space. We also include the topic of International Space Law in Basic Education, which can be an interesting way to spark students' interest in science, technology, and law.

Keywords: Astronomy Teaching. Space Debris. Interdisciplinarity. Environmental Education. Sustainability. Educational Product.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do Aumento de Detritos Espaciais.....	27
Figura 2 - Imagem da Reentrada de Detrito Espacial.....	28
Figura 3 - Fluxograma do Processo de Intervenção.....	74
Figura 4 - Participantes da Oficina	76
Figura 5 - Apresentação das Atividades da Oficina.....	77
Figura 6 - Equipes Trabalhando	78
Figura 7 - Imagens dos astronautas chegando à Terra.....	79
Figura 8 - Meteorito do Bendegó.....	80
Figura 9 - Atividade Tempestade Solar	82
Figura 10 - Número de Detritos Orbitando a Atmosfera Terrestre.....	84
Figura 11 - Material para montagem da Vela Solar	85
Figura 12 - Processo de montagem da Vela Solar	86
Figura 13 - Apresentação das Velas Solar Montadas	86
Figura 14 - Participantes da Oficina	87
Figura 15 - Apresentando a Oficina.....	88
Figura 16 - Imagem do Detrito Espacial	90
Figura 17 - Imagem da Estação Espacial Internacional (ISS)	90
Figura 18 - Apresentando a Oficina.....	91
Figura 19 - Participantes da oficina	92
Figura 20 - Estação Espacial Internacional	93
Figura 21 - Atividade: Produção Coletiva	94
Figura 22 - Grupos Participantes.....	95
Figura 23 - Participantes da Oficina	96
Figura 24 - Grupos Participantes.....	99
Figura 25 - Gráfico da Questão 1	100
Figura 26 - Gráfico da Questão 2	101
Figura 27 - Gráfico da Questão 3	102
Figura 28 - Gráfico da Questão 4	104
Figura 29 - Gráfico da Questão 5	105
Figura 30 - Gráfico da Questão 6	107
Figura 31 - Gráfico Da Questão 7.....	109
Figura 32 - Gráfico da Questão 8	110

Figura 33 - Gráfico da Questão 9	112
Figura 34 - Gráfico da Questão 10	113
Figura 35 - Gráfico da Questão 11	115
Figura 36 - Gráfico da Questão 12	116
Figura 37 - Aplicação Da Atividade Turma Do Professor Rafael Longuinho	178
Figura 38 - Aplicação da Atividade Turma do Professor Rafael Longuinho	179
Figura 39 - Aplicação da Atividade Turma do Professor Rafael Longuinho	179
Figura 40 - Resposta da Questão 1 do Questionário Avaliativo	180
Figura 41 - Resposta da Questão 2 do Questionário Avaliativo	180
Figura 42 - Resposta da Questão 3 do Questionário Avaliativo	181
Figura 43 - Resposta da Questão 4 do Questionário Avaliativo	181
Figura 44 - Resposta da Questão 5 do Questionário Avaliativo	182
Figura 45 - Resposta da Questão 6 do Questionário Avaliativo	182
Figura 46 - Resposta da Questão 7 do Questionário Avaliativo	183
Figura 47 - Resposta da Questão 8 do Questionário Avaliativo	183
Figura 48 - Resposta da Questão 9 do Questionário Avaliativo	184
Figura 49 - Resposta da Questão 10 do Questionário Avaliativo	184
Figura 50 - Resposta da Questão 11 do Questionário Avaliativo	185
Figura 51 - Resposta da Questão 12 do Questionário Avaliativo	185
Figura 52 - Resposta da Questão 13 do Questionário Avaliativo	186
Figura 53 - Resposta da Questão 14 do Questionário Avaliativo	186
Figura 54 - Resposta da Questão 15 do Questionário Avaliativo	187
Figura 55 - Resposta da Questão 16 do Questionário Avaliativo	187
Figura 56 - Resposta da Questão 17 do Questionário Avaliativo	188
Figura 57 - Resposta da Questão 18 do Questionário Avaliativo	188

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	70
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
BBC	British Broadcasting Corporation
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CETIAC	Colégio Estadual de tempo Integral Assis Chateaubriand
CFC	Clorofluorcarbono
CoP	Comunidade de Prática
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais
CNS/MS	Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
DIP	Direito Internacional Público
EA	Educação Ambiental
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ESA	European Space Agency
GEO	Geostationary Earth Orbit
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IADC	Inter-Agency Space Debris Coordination Committee
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ISS	Estação Espacial Internacional
LEO	Low Earth Orbit
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
MEO	Medium Earth Orbit
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ONU	Organização das Nações Unidas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PRONEA	Programa Nacional de Educação Ambiental
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 DETRITOS ESPACIAIS E SUSTENTABILIDADE	25
2.1 DIREITO ESPACIAL AMBIENTAL	34
2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL, EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESPACIAL E ENSINO DE ASTRONOMIA	40
2.3 A ASTRONOMIA NO BOJO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESPACIAL EM CONTEXTO ESCOLAR: O TRABALHO INTERDISCIPLINAR À LUZ DA BNCC	44
2.4 OFICINAS PEDAGÓGICAS COMO ESTRATÉGIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES	47
2.5 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSOR PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA	51
3 METODOLOGIA	57
3.1 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA.....	59
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	61
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES.....	62
3.3.1 Procedimentos de Coleta de Informações	64
3.3.2 Processo de Análise de Informações	65
3.4 CUIDADOS ÉTICOS	68
3.5 PÚBLICO-ALVO.....	69
3.6 LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	72
3.7 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA.....	74
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	76
4.1 AMBIENTE ESPACIAL EM TORNO DA TERRA	76
4.2 SATÉLITES ARTIFICIAIS E DETRITOS ESPACIAIS COM A CONSTRUÇÃO DE UMA VELA SOLAR	83
4.3 MITIGAÇÃO DOS DETRITOS ESPACIAIS.....	87
4.4 SEGURANÇA E SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE ESPACIAL	92
4.5 DIREITO ESPACIAL INTERNACIONAL: PERSPECTIVAS PARA A PAZ, SUSTENTABILIDADE E COOPERAÇÃO NO USO DO ESPAÇO SIDERAL	95
4.6 AVALIAÇÃO DAS OFICINAS.....	99
5 CONCLUSÕES	119
REFERÊNCIAS.....	123

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	133
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS	135
APÊNDICE C – ROTEIRO DE ELABORAÇÃO DAS OFICINAS	140
APÊNDICE D – ATIVIDADE PRÁTICA	161
APÊNDICE E – CONVITES DAS OFICINAS.....	163
ANEXO A – MAPA CONCEITUAL	168
ANEXO B – RELATOS DA OFICINA 1	169
ANEXO C – ATIVIDADE ELABORADA PELO PROFESSOR RAFAEL LONGUINHO	173

1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais recorrente a discussão que abarca as questões ambientais e a sociedade de consumo na qual estamos inseridos, e toda essa problemática ganha uma maior dimensão, principalmente pelo fato de que a sociedade está cada vez mais afetada diretamente pelos riscos e agravos socioambientais. Para Jacobi (2003, p. 233): “Os riscos contemporâneos explicitam os limites e as consequências das práticas sociais, trazendo consigo um novo elemento, a reflexividade”.

O modelo de desenvolvimento baseado no capitalismo, que foi ficando cada vez mais exacerbado, passou a ser questionado desde o fim da Guerra Fria, a partir da década de 1950. Esse questionamento ganhou força diante das crescentes desigualdades sociais, da degradação ambiental acelerada e da constatação de que o crescimento econômico, por si só, não garante bem-estar coletivo nem preservação dos recursos naturais. Assim, emergem debates sobre alternativas mais sustentáveis e inclusivas, capazes de conciliar desenvolvimento com justiça social e equilíbrio ecológico. Seu surgimento se deu através de ecologistas que passaram a denunciar possíveis danos dessa realidade ao meio ambiente e, conseqüentemente, à humanidade, o que culminou na busca de um modelo de desenvolvimento alternativo, que se consolidou um pouco mais tarde (Martine; Alves, 2015).

Diante desse contexto, a busca por uma alternativa para perceber e interagir com a natureza é vital, e abrangendo a análise, é possível inserir na discussão todo o espaço orbital da Terra, em busca de formas mais sustentáveis na sua utilização. No que tange aos detritos espaciais, as discussões são um pouco mais recentes, visto que as reais dimensões do problema ainda não podiam ser previstas, principalmente na década de 1960. Os detritos espaciais (lixo espacial), tidos como objetos no espaço exterior construídos pelo homem, que não constituem satélites ativos, nem são usados de qualquer outra maneira, e não sendo verificada nenhuma mudança dessas condições num futuro previsível (Monserrat, 2007). No decorrer das décadas seguintes, a multiplicação dos lançamentos de satélites artificiais ocasionou o acúmulo destes em torno do espaço orbital em decorrência da sua crescente importância e conseqüente uso pela sociedade moderna.

Ao inserir a discussão no âmbito do detrito espacial, é importante destacar que ele engloba todos os objetos artificiais em órbita do planeta Terra que não possui mais quaisquer utilidades, seja pelo abandono de partes de foguetes usados

para lançar satélites em órbita, em decorrência do fim da vida útil de um satélite artificial, pelas colisões entre esses objetos, ou outras causas diversas. O fato é que a degradação causada pelo ambiente espacial nos equipamentos e naves espaciais e colisões entre esses objetos têm chamado a atenção dos especialistas e provocado discussões acerca de suas consequências.

Os cientistas, engenheiros aeroespaciais e as agências espaciais se encontram em preocupação recorrente, o que ocasiona a busca pelo desenvolvimento de métodos que consigam limpar o ambiente espacial. Neste caso, fica evidente a importância da ciência na compreensão do que ocorre no ambiente espacial próximo a Terra, principalmente no contexto da sustentabilidade do nosso planeta e da exploração espacial.

Nesse contexto, esta pesquisa propõe uma reflexão sobre a temática do ambiente espacial em articulação com a sustentabilidade, reconhecendo que a sociedade contemporânea demanda uma visão integradora sobre essas questões. Tal abordagem exige o aprofundamento e a especialização em temas que envolvem a preservação ambiental, o uso responsável da tecnologia e o desenvolvimento sustentável. Trata-se, portanto, de um movimento pautado na necessidade de utilização racional dos recursos naturais, promovendo um consumo consciente e alinhado às preocupações ambientais, aos avanços científicos e às dinâmicas econômicas voltadas à sustentabilidade.

Dessa forma, salienta-se também sobre o risco ou dano que os dejetos resultantes das atividades humanas podem provocar ao longo do tempo, como impactos significativos à saúde pública, perda de vidas humanas, lesões corporais, prejuízos materiais e degradação ambiental. Esses efeitos podem afetar bens do Estado, de pessoas físicas ou jurídicas, bem como de organizações internacionais, alcançando inclusive áreas situadas fora da jurisdição ou controle nacional, o que reforça a urgência de práticas mais responsáveis e sustentáveis (Monserrat, 2007).

De forma geral, esta pesquisa propõe um olhar atento e reflexivo sobre o ambiente espacial, a sustentabilidade e o papel da educação nesse contexto. O estudo tem por propósito analisar caminhos possíveis para lidar com os detritos espaciais, promover a conscientização social sobre essa problemática pouco discutida e ampliar o entendimento sobre a importância de preservar o espaço como um ambiente comum a toda a humanidade. Além disso, busca explorar questões

relacionadas à segurança espacial e ao direito ambiental aplicado ao contexto orbital.

Diante desta realidade, tem-se que para balizar a quem cabe a responsabilidade civil e/ou criminal pelos detritos deixados no espaço, surge o Direito Espacial que é um ramo que veio do Direito Internacional Público (DIP) que é constituído por um conjunto de princípios e normas que tem por escopo regulamentar as atividades desenvolvidas no espaço sideral conforme Monserrat (2007).

[...] as atividades dos Estados, Empresas Públicas e Privadas, além das Organizações Internacionais Intergovernamentais, no que concerne à exploração e uso do espaço exterior, além de determinar um Regime Jurídico do Espaço Exterior e dos Corpos Celestes (Monserrat, 2007, p. 157).

Monserrat (2007) evidencia que o Direito Espacial se consolida como um campo jurídico essencial diante do crescente uso do espaço exterior para fins científicos, comerciais e militares. Assim, ao estabelecer normas que orientam a atuação de Estados, empresas e organizações internacionais, esse ramo do Direito Internacional Público busca assegurar que a exploração espacial ocorra de forma responsável, cooperativa e segura.

Nesse contexto, para o supracitado autor, torna-se fundamental delimitar claramente as competências e responsabilidades dos envolvidos, sobretudo no que se refere à geração de detritos espaciais, tema que hoje representa um dos maiores desafios para a sustentabilidade das atividades orbitais. Dessa forma, o Direito Espacial emerge não apenas como instrumento regulatório, mas também como mecanismo de preservação do ambiente espacial, promovendo a responsabilidade compartilhada e a prevenção de danos futuros.

Diante desse cenário, é fundamental reconhecer o papel da informação quando aliada à educação. É nesse caminho que este trabalho se propõe a contribuir, buscando favorecer, no contexto da Educação Básica, o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos e a construção significativa de saberes. Mais do que transmitir conteúdos, trata-se de estimular reflexões, despertar curiosidades e formar sujeitos conscientes de seu papel no mundo.

Trata-se de uma perspectiva que se consagra no princípio instituinte da Educação Ambiental, defendida primeiramente através da Constituição Federal de 1988 que instituiu um capítulo específico acerca da Educação Ambiental. Inclusive, a

instituição de legislações posteriores teve como base o artigo nº 225, inciso VI desta Constituição Federal que prima pelo objetivo de: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (Brasil, 1988, p. 131).

A preocupação com o ambiente espacial está produzindo uma revitalização de interesse em soluções práticas e teóricas para problemas envolvendo os satélites artificiais. Assim, novas ferramentas para a análise de projetos de estratégias com essa finalidade têm sido propostas por agências espaciais de vários países. A temática pode, e deve ser trabalhada no ambiente escolar, com práticas interdisciplinares à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e em prol de desenvolvimento do sujeito ecológico. Diante deste contexto, levanta-se a seguinte problema: Como o estudo sobre detritos espaciais, com professores da Educação Básica, pode contribuir para o desenvolvimento da prática de ensino de Astronomia com enfoque na sustentabilidade do ambiente espacial?

Considerando que no ambiente espacial possui milhões de objetos girando soltos no espaço, verifica-se a importância de se pensar na sustentabilidade espacial, pois tem-se verificado, na contemporaneidade, grande quantidade de corpos orbitando o planeta Terra e estes, mesmo os menores, podem causar danos aos satélites, ou atingir cidades, imóveis e/ou até os indivíduos. Assim, pressupõe-se que levar esta temática para a discussão, em âmbito escolar, pode proporcionar uma visão sobre os danos que o detrito espacial pode provocar, tanto no próprio ambiente espacial, quanto na reentrada da atmosfera terrestre, e caso esses objetos não sejam completamente incinerados na atmosfera, eles podem atingir a superfície do nosso planeta.

Assim, tem-se que o Planeta Terra faz parte do Universo que engloba o espaço sideral onde orbitam vários corpos celestes a exemplo dos cometas, satélites naturais, planetas, estrelas, galáxias, entre outros. Diante desta realidade, tem-se que o desenvolvimento e o lançamento de um determinado objeto no espaço demanda, além de qualificação especializada, materiais que custam vultuosas quantias financeiras.

Neste sentido, tem-se que estes objetos quando lançados ao espaço além de proporcionarem resultados positivos para a humanidade, apresentam também uma consequência que tem começado a preocupar os cientistas: os detritos espaciais, também conhecidos como detrito espacial, que ficam vagando no espaço e podem

gerar grandes prejuízos tanto materiais, quanto para os seres humanos, além de ocasionar grande impacto ao meio ambiente espacial. Vale salientar que o termo “dejetos espaciais” é muito utilizado na literatura do Direito Espacial Internacional, ver por exemplo, Monserrat (2007).

Sendo assim, o detrito espacial representa um grande problema, em nível mundial, e pode ocasionar grandes consequências para a população da Terra, dessa forma, este estudo justifica-se por buscar ampliar o conhecimento científico acerca da temática, além de fomentar as discussões a respeito da sustentabilidade no espaço, como uma maneira de desenvolver um olhar educativo a respeito do detrito espacial, por meio de materiais educativos a serem utilizados pelos docentes nas aulas da Educação Básica.

Diante desta realidade este estudo tem por objetivo geral: analisar em que medida o estudo sobre detritos espaciais, com professores da Educação Básica, pode contribuir para o desenvolvimento da prática de ensino de Astronomia com enfoque na sustentabilidade do ambiente espacial. E, por objetivos específicos: analisar de que forma as temáticas relacionadas à sustentabilidade no espaço e aos detritos espaciais são abordadas na BNCC e identificar possibilidades de integração dessas temáticas no ambiente escolar, considerando perspectivas interdisciplinares para a formação do sujeito ecológico; elaborar ações educativas visando a disseminação da informação sobre os problemas que os detritos espaciais podem provocar ao Planeta Terra; propor atividades que abordem sobre formas de mitigação do detrito espacial como atividades para serem desenvolvidas pelos estudantes; produzir um guia didático sobre a temática de detritos espaciais.

Neste sentido, acredita-se que este trabalho possa contribuir significativamente para o fortalecimento do debate sobre a sustentabilidade do ambiente espacial, especialmente no contexto educacional, estimulando reflexões e práticas pedagógicas voltadas à conscientização ambiental e científica. Nesse contexto, esta pesquisa apresenta expectativas quanto à ampliação do debate sobre sustentabilidade e exploração espacial no ambiente escolar, buscando despertar o interesse dos professores da Educação Básica para uma abordagem crítica, atual e interdisciplinar do ensino de Astronomia.

Espera-se que a inserção da temática dos detritos espaciais, articulada à Educação Ambiental e ao Direito Espacial, possa contribuir significativamente para a construção de uma consciência planetária, bem como para a formação de sujeitos

capazes de refletir sobre os impactos da ciência e da tecnologia na vida cotidiana e no futuro da humanidade. Com isso, almeja-se fomentar práticas pedagógicas que integrem conteúdos científicos e socioambientais, promovendo um ensino comprometido com a sustentabilidade dentro e fora da Terra.

Organizou-se este trabalho em cinco capítulos, de maneira a apresentar o caminho investigado e os resultados.

O Capítulo 2, Detritos Espaciais e Sustentabilidade traz os fundamentos conceituais e científicos sobre o tema central da pesquisa, abordando a definição, origem e impactos dos detritos espaciais, articulados com a perspectiva da sustentabilidade espacial e da Educação Ambiental. Este capítulo trouxe ainda uma seção abordando sobre as Oficinas Pedagógicas como Estratégia na Formação Continuada de Professores para o Ensino de Astronomia, discutindo-se a importância da formação docente como estratégia de fortalecimento das práticas pedagógicas, apresentando contribuições teóricas que embasam essa vertente formativa.

O Capítulo 3, Metodologia descreve o percurso metodológico adotado, com destaque para a abordagem qualitativa, os procedimentos de coleta de dados e o delineamento das oficinas pedagógicas.

O Capítulo 4, Resultado e Discussão, apresenta as ações realizadas de maneira detalhada para a implementação das oficinas com os professores participantes, além de realizar a análise dos resultados apresentando e discutindo os efeitos formativos das oficinas na prática docente, destacando avanços, percepções e contribuições para o ensino de Astronomia com foco na sustentabilidade.

O Capítulo 5, Considerações Finais sintetiza as principais conclusões da pesquisa, reafirma sua contribuição para o campo educacional e aponta caminhos para futuras investigações e intervenções pedagógicas sobre o tema dos detritos espaciais.

A organização adotada neste trabalho contribui para uma apresentação clara e articulada dos referenciais teóricos, dos procedimentos metodológicos e das ações desenvolvidas no campo empírico, permitindo compreender como a formação docente, por meio de oficinas pedagógicas, pode fortalecer o ensino de Astronomia com foco na sustentabilidade do espaço.

Ao propor essa abordagem, reafirma-se a confiança no papel transformador da educação interdisciplinar e na relevância da temática dos detritos espaciais como

eixo formativo, capaz de integrar ciência, responsabilidade ambiental e construção coletiva de saberes no contexto da Educação Básica.

2 DETRITOS ESPACIAIS E SUSTENTABILIDADE

Os detritos espaciais surgem como consequência dos objetos (satélites e naves espaciais) produzidos e lançados ao espaço em variadas órbitas em torno do planeta, sem nenhuma função útil, ou seja, essencialmente sucata ou material abandonado no espaço, mas que podem proporcionar sérias consequências aos astronautas em suas missões ou até mesmo para as pessoas comuns em diferentes localidades. São objetos feitos pelo homem que foram lançados ao espaço e que, hoje, não têm mais utilidade. Fazendo uma analogia aos impactos ambientais convencionais, pode-se comparar esses detritos aos poluentes que são lançados na natureza, na superfície da Terra, esses poluentes representam um tipo de “lixo espacial” que podem afetar diretamente a “saúde” do ambiente orbital, comprometendo futuras atividades espaciais.

A definição de detrito espacial, de acordo com a Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) em suas Diretrizes de Mitigação (Mitigation Guidelines), é explicada como sendo “todos os objetos artificiais, incluindo fragmentos e elementos dos mesmos, na órbita da Terra ou reentrando na atmosfera, que não são funcionais” (ESA, 2021, p. 56).

Segundo a NASA (National Aeronautics and Space Administration), esses objetos que não possuem mais funcionalidade podem ser compreendidos como sendo:

Os detritos espaciais orbitais, ou simplesmente detritos espaciais, são definidos como objetos feitos pelo homem que estão no espaço e não servem mais a uma finalidade útil, como satélites desativados e peças de espaçonaves. Esses detritos – também conhecidos como ‘lixo espacial’ – persistem acima da atmosfera da Terra por anos até decaírem, desorbitarem, explodirem ou colidirem com outro objeto, criando assim mais detritos. (NASA, 2021, p. 107 *apud* Corbacho, 2023, p. 39).

Assim, tem-se que os detritos espaciais são materiais provenientes de objetos artificiais que são lançados ao espaço. Na órbita da Terra já existe uma grande quantidade de detritos e esse número só tende a aumentar devido as explosões de satélites, restos de missões espaciais, como foguetes, por exemplo, colisões entre os diversos corpos artificiais, dentre outros. Dessa forma, pode-se resumir que detrito espacial é todo lixo espacial gerado pelo homem (Prado, 2001).

Todos os anos milhares de detritos retornam do espaço, porém a maioria são incinerados antes de atingir a superfície da Terra devido ao grande atrito com a

camada atmosférica. Embora a maioria dos detritos se queima na reentrada, alguns detritos maiores podem chegar intactos ao solo gerando riscos à população (Nascimento, 2012).

Atualmente, com o avanço tecnológico, regiões ao redor da Terra vêm sendo utilizadas com grandes intensidades. Como consequência, a poluição do ambiente espacial é inevitável. Desta forma, o conhecimento e a dinâmica destes objetos, incluindo nuvem de detritos espaciais, é de grande relevância, assim como a maneira mais adequada para evitar colisões entre veículos espaciais operantes e detritos (Martins, 2011).

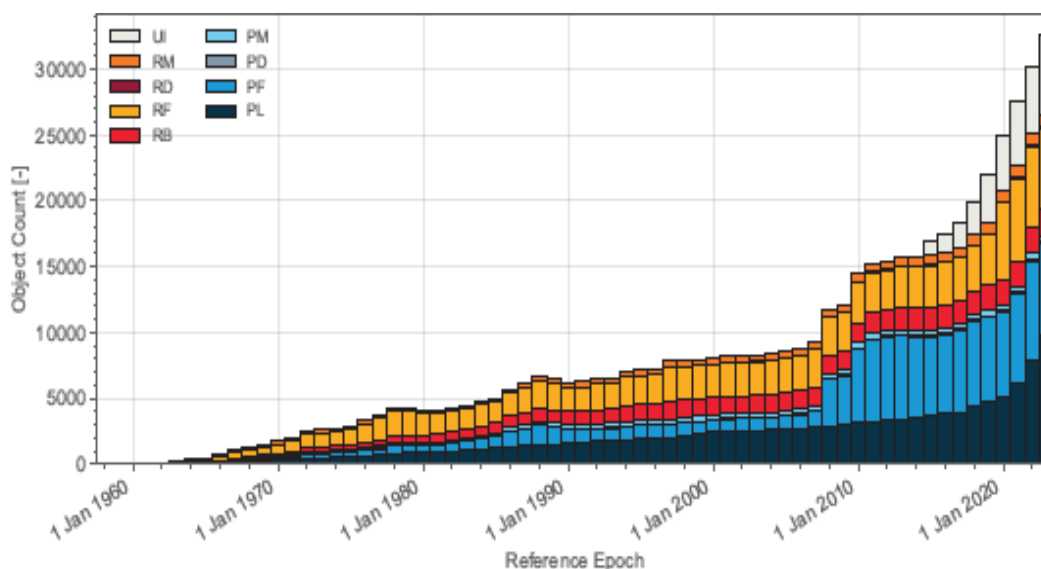
Vale ressaltar que, hoje não existe nenhum aparato tecnológico que possa solucionar este problema. Trata-se de um problema que se agravou mais recentemente e em aberto, e que, se não resolvido, futuramente poderá impedir o desenvolvimento tecnológico no setor aeroespacial. O estudo dos detritos espaciais ainda envolve a reentrada dos objetos no planeta Terra, que ocorre de forma desordenada e pode afetar áreas urbanas, oferecendo risco à população. Aspectos sociais e tecnológicos também são abordados, além de econômicos ao se tentar um maior controle sobre a população de detritos e minimização sobre o futuro de possíveis impactos (Nogueira, 2005).

Estima-se que, desde 1961, mais de 190 objetos artificiais em órbita da Terra tenham sido submetidos a esforços gerando rompimentos graves. Estes rompimentos são responsáveis pela produção de detritos. Estas fragmentações hoje respondem por mais de 45% de todos os objetos catalogados (tipicamente maior do que 10 cm de diâmetro) ainda em órbita. Diversos satélites foram desativados por vários motivos e ~~que~~ estão em órbita junto com outros fragmentos orbitando o planeta Terra. Os detritos resultantes destes destroços são registrados pela NASA que mantém uma base de dados de rastreamento de trajetórias de objetos em órbita em torno do globo terrestre (Mourão, 1984).

Um levantamento foi feito por Formiga (2008) e Sampaio (2011), acerca dos objetos que estão orbitando a Terra desde o primeiro lançamento. Da amostra observada mostrou-se que 1571 objetos estão próximos de regiões nas quais estão sujeitos a uma reentrada na atmosfera, e que, esse fenômeno pode causar danos ao meio ambiente como também à vida humana, se colidir com a superfície da Terra. Esses danos se tornam maiores quando envolvem veículos espaciais ainda em

funcionamento. A evolução do aumento e a perspectiva de crescimento destes fragmentos podem ser observados na Figura 1.

Figura 1 - Evolução do aumento de detritos espaciais



Fonte: ESA (2024)

Os detritos espaciais também são resultados de aglomerações, explosões de corpos naturais como meteoritos, asteroides, que não serão tratados neste trabalho, de fragmentações de lançadores de satélites e dos próprios satélites etc. Outra grande fonte desses detritos é o desmembramento de plataformas espaciais que permaneceram em órbita, depois de se tornarem inativas, como também ferramentas que podem ser perdidas durante consertos das naves espaciais até a própria estrutura de um satélite.

Esses detritos espaciais são afetados por perturbações orbitais que podem interferir na trajetória desses objetos e quando são considerados como nuvens de partículas, a evolução orbital é fortemente afetada também pela pressão da radiação solar. Um estudo sobre o efeito dessa força foi apresentado por Burns (1979), Celestino et al. (2004), Gomes (2013) e Carvalho et al. (2022, 2023). O caso mais recente e divulgado foi a reentrada de um detrito espacial que percorreu os estados de Goiás, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, em dezembro de 2023 (Olhar Digital, 2023).

Segundo Marcelo Zurita, presidente da Associação Paraibana de Astronomia (APA) e diretor técnico da Rede Brasileira de Monitoramento de Meteoros -

BRAMON (Brazilian Meteor Observation Network), o fenômeno não era um meteoro, mas sim a reentrada de lixo espacial. Por conta da velocidade extrema, a reentrada do objeto gerou um atrito intenso com o ar, formando uma bolha de plasma incandescente que brilhou intensamente enquanto este era gradualmente destruído e vaporizado (Ver figura 2) (Olhar Digital, 2023).

Figura 2 – Imagem da Reentrada de Detrito Espacial



Fonte: Olhar Digital (2023)

O segundo estágio do foguete chinês Long March 2C, lançado em janeiro de 2018 a partir do Centro de Lançamento de Satélites de Xichang, no sudoeste da China, possuía 7,8 metros de comprimento, 3,35 metros de diâmetro e pesava cerca de 3,2 toneladas. Esse estágio reentrou na atmosfera terrestre a uma velocidade aproximada de 26 mil km/h, gerando ampla repercussão internacional devido aos riscos associados à queda de detritos espaciais.

De acordo com o sítio O Globo (2024), pedaços deste foguete caíram em uma vila de Xianqiao, na província de Guizhou, no sudeste da China no sábado, dia 25 de junho de 2024, e assustou os moradores. O foguete Long March 2C, que colocou um satélite em órbita, saiu do Centro de Lançamento de Satélites de Xichang, na província de Sichuan.

Caso um detrito espacial não seja incinerado durante a reentrada da atmosfera, ele pode causar danos ao solo e em rios, principalmente se contiver substâncias tóxicas, como por exemplo, a hidrazina. Também há riscos de possíveis

acidentes com seres humanos, apesar de ser remoto esse acontecimento. Isso pode acontecer porque ao entrar em contato com a atmosfera, grande parte dos destroços é queimado e destruído. Quando conseguem atravessar essa barreira geralmente caem nos oceanos, já que estes representam 70% do volume do planeta. Por outro lado, quando não caem nos oceanos, os riscos causados para a sociedade são imensos, quando se trata da vida. Ao entrar nas camadas mais densas da atmosfera, destroços acima de determinado tamanho e feitos de determinados materiais podem atingir a superfície, podendo vir a provocar grandes estragos (Mourão, 1984; UFMG, 2010).

Em 11 de março de 1978, o terceiro estágio de um foguete soviético reentrou na atmosfera em cima do Rio de Janeiro, formando inúmeros fragmentos que brilhavam. Se a reentrada tivesse ocorrido minutos antes, o foguete teria caído na área urbana do Rio de Janeiro e não no Oceano Atlântico, como aconteceu (UFMG, 2010).

Outras situações mais dramáticas já foram registradas. Em 1962, o satélite russo Sputnik-4 sobreviveu à reentrada na atmosfera e abriu uma cratera no centro comercial da cidade americana de Manitowoc, no estado de Wisconsin. Os destroços estavam tão quentes que os bombeiros se viram obrigados a esperar algumas horas para recolhê-los (Superabril, 2010).

Esses detritos podem afetar outros ambientes, além do terrestre. As sondas já enviadas para a Lua e outros corpos do Sistema Solar, constituem uma nova forma de poluição. Ainda que tais corpos sejam desabitados, causa preocupação a possível contaminação biológica de tais ambientes por possíveis microrganismos terrestres (Sobreira, 2005). Um fato registrado que aconteceu na década de 1960, foi quando astronautas da Apollo-12, a segunda nave tripulada a pousar na Lua, recolheram peças de uma sonda anteriormente lançada ao satélite natural e constatou-se que a mesma estava contaminada por vírus da gripe (Nogueira, 2005).

O Brasil, que possui satélites de comunicações e científicos em órbita, também tem sua parcela de responsabilidade pelo detrito espacial. De acordo com o eixo de processos internos do Plano Estratégico da Agência Espacial Brasileira (AEB, 2023), a principal atuação da agência está relacionada à sua representatividade internacional e à atuação estratégica, com foco na implementação de ações voltadas ao desenvolvimento de operações do segmento de satélites e de acesso ao espaço.

Porém hoje não existe nenhuma tecnologia que permita realizar a “limpeza” do ambiente espacial com a retirada dos detritos, em especial, devido aos custos de uma operação de remoção dos materiais que são muito altos. Além disso, há que destacar as questões políticas, envolvendo propriedade e a responsabilidade de governos e empresas que colocam os aparelhos em órbita, além das dificuldades tecnológicas.

Nessa conjuntura, diversos pesquisadores no mundo estão empenhados em encontrar técnicas e mapear estes detritos com objetivo de remove-los da órbita da Terra, de forma que, seja controlada a reentrada, monitorando a queda ou alterando a trajetória de tal forma que sejam colocados em órbitas de descartes. Estudos como estes estão cada vez mais sendo ampliados devido à extrema necessidade de minimizar os danos causados ao meio ambiente e ao programa espacial.

As discussões nesta área foram se aprofundando principalmente nas últimas décadas do século passado, materializados em ações como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro que produziu o documento Agenda 21 Global, assinada por 179 países. Nesta publicação é possível encontrar orientações para os Governos regulamentarem políticas públicas voltadas para atenuar a degradação ambiental, afirmando que “O desafio consiste em assegurar que as políticas comerciais e as políticas sobre o meio ambiente sejam compatíveis, reforçando, ao mesmo tempo, o processo de desenvolvimento sustentável” (CNUMAD, 1992).

Em nível global e mais conciso, o primeiro registro oficial com a preservação ambiental é datado de uma reunião no ano de 1968, em Roma, na qual cientistas pertencentes aos países desenvolvidos discutiram temas que envolviam o consumismo e as reservas de recursos naturais não renováveis ocasionados pelo crescimento da população mundial (Sato, 2004).

Segundo Colombo et al. (2017), à medida que a exploração do espaço cresce, a preocupação com a sustentabilidade espacial se torna cada vez mais urgente. Isso porque, se não houver um cuidado efetivo com os objetos já colocados em órbita, corre-se o risco de comprometer, ou até inviabilizar, o uso seguro e contínuo do espaço no futuro. Por essa razão, diversos países e organizações têm se unido na busca por soluções que garantam a manutenção do espaço como um ambiente viável e seguro para todas as nações.

Falar em sustentabilidade espacial, portanto, é falar em responsabilidade coletiva. Significa utilizar o espaço de forma consciente, com um olhar voltado às futuras gerações. Isso implica não apenas o manejo adequado dos detritos espaciais abandonados, mas também o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e eficientes, bem como o fortalecimento da cooperação internacional. Em última instância, minimizar esses problemas é uma forma de agir preventivamente, reduzindo impactos negativos atuais para assegurar que as oportunidades de uso e exploração espacial sejam preservadas no futuro (Colombo et al., 2017).

Sato (2004) ainda destaca que a primeira definição sobre o que de fato seria a Educação Ambiental foi adotada pela *Internacional Union for the Conservation of Nature* (União Internacional pela Conservação da Natureza) que ocorreu no ano de 1971, na qual os conceitos definidos foram substanciais para as discussões vindouras e a consolidação teórica da temática, como na Conferência de Estocolmo, na Suécia, em 1972; na Conferência de Belgrado, na Sérvia, em 1975; e pela Conferência de Tbilisi, na Geórgia, em 1977.

A partir do evento histórico que foi a primeira Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em 1972, em Estocolmo na Suécia, diversas medidas e princípios foram definidos em prol de uma utilização ecologicamente eficiente do meio ambiente. Várias nações se fizeram presentes nessa conferência, inclusive o Brasil, na qual diversos temas que abarcam o meio ambiente como: a poluição dos oceanos, ar e águas, atrelados ao crescimento desordenado das cidades. Entretanto, apenas nas décadas de 1980 e 1990 é que a busca pela consciência ambiental foi amplificada e difundida, ficando popularmente conhecida enquanto necessidade urgente (Dias, 2013).

Segundo Pedrini (1997) a conferência em Belgrado, no ano de 1975, reuniu diversos especialistas enviados por cerca de 65 países. Nesse encontro, houve a discussão de diversos temas ambientais, nas quais, houve a ideia da criação de um Programa Mundial de Educação Ambiental que seria solidificada apenas posteriormente, na conferência de Tbilisi, em 1977, tida enquanto a conferência mais significativa para a história da Educação Ambiental, posto que em sua declaração houve a definição de princípios, objetivos, estratégias, características, e recomendações para a Educação Ambiental.

Em se tratando do Brasil, mais especificamente, Esteves (2018) comenta que os conceitos de sustentabilidade e “desenvolvimento verde” vieram juntamente com

‘A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente’, no Rio de Janeiro, conhecida também como RIO-92, durante a qual foi consagrado o desenvolvimento sustentável como um modelo menos consumista, mais eficiente e apropriado aos novos tempos, visando o futuro do planeta.

A RIO-92 é considerada enquanto o encontro mais importante da história acerca do meio ambiente, pois além de ser a maior, foi a mais impactante para a temática. Nela, reuniram-se representantes de 170 países e resultou na instituição do tratado de Educação Ambiental para as Sociedades Sustentáveis. Como maior consequência dessa conferência em âmbito brasileiro, os Ministérios do Meio Ambiente, da Educação, da Cultura e da Ciência e Tecnologia, ainda em 1992, instituíram o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), enquanto o órgão executor da política nacional de meio ambiente. Nesse contexto, a educação ambiental passou a ser inserida no processo de gestão ambiental (IBAMA, 1998).

Ao longo dos últimos anos, diversos programas, projetos e legislação foram construídos tendo esta temática como foco. Considerando o espaço privado, vale ressaltar a importância das Organizações não Governamentais que vêm trabalhando em paralelo aos setores públicos, ora em consonância ora em divergência, em busca de soluções tecnológicas sustentáveis, desenvolvendo e apoiando Tecnologias Sociais que possam contribuir para a resolução dos problemas presentes de hoje, preparando o mundo para os desafios ambientais com os quais as próximas gerações irão conviver.

De maneira geral, pode-se falar que a humanidade vai se aproximando de um consenso mundial quanto à necessidade de políticas de desenvolvimento e cooperação da preservação do planeta, com vistas a garantir no mundo e no Brasil, estratégias que promovam um desenvolvimento tecnológico sustentável. Estas ações planetárias da sociedade civil e do poder público apontam a importância que a temática tem para as novas práticas profissionais.

É neste sentido, o Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia incorpora a suas ações no desenvolvimento de projetos que articulem as políticas públicas, voltadas para a proteção do ambiente e desenvolvimento sustentável com a realidade vivida pelos docentes nos seus espaços laborais, estimulando a criação de estratégias e produtos que contribuam para o fortalecimento de práticas ecologicamente viáveis.

Retomando a discussão que especifica o impacto da tecnologia espacial, este tem implicado em diversas funções importantes para a sociedade, seja no tocante às atividades de segurança nacional, comunicação governamental, corporativa e pessoal, ao uso comercial de sistemas de navegação e posicionamento, a sistemas de previsão de tempo, sistemas de previsão de safras, sistemas de monitoramentos por sensoriamento remoto, sem mencionar a abertura de novas janelas para a observação do universo (Epiphany et al., 2010). Os desafios intelectuais e tecnológicos que essas atividades representam são muito vastos, o que as torna fonte de inovação com consequências que estão além do setor espacial.

Portanto, os artefatos lançados pelo homem ao espaço (satélites artificiais) têm propiciado enormes vantagens para a sociedade. Por exemplo, os satélites meteorológicos e ambientais são utilizados para monitoramento operacional das condições atmosféricas, da superfície da Terra e dos oceanos, bem como para auxiliar a previsão de tempo e clima. Os dados fornecidos pelos satélites contribuem para que possamos estudar, entender e resolver problemas práticos e importantes para o Brasil, em particular, e para o planeta (Epiphany et al., 2010), visando a sustentabilidade do ambiente espacial.

A questão do detrito espacial é uma das grandes dificuldades a serem vencidas pela humanidade no futuro, pois o aumento desses detritos em órbita pode acarretar uma série de consequências, negativas, à exploração espacial, à sociedade e ao meio ambiente. Por enquanto, o ambiente mais afetado por estes detritos é o próprio espaço exterior, onde diversos objetos dos mais variados tamanhos, nas mais diferentes direções e com velocidades altíssimas. No entanto, o monitoramento deles é objeto de grande estudo principalmente no monitoramento contínuo dos objetos maiores. Mas os menores, alguns com apenas poucos milímetros conseguem produzir danos em equipamentos ativos e impossíveis de serem catalogados a partir da Terra. Em Corbacho (2023) é apresentada uma abordagem usando a temática de detritos espaciais no contexto do 6º ano do Ensino Fundamental, em que a autora desenvolveu um conjunto de oficinas elaboradas no formato de e-book para o professor trabalhar em aula e um caderno de atividades direcionado para os estudantes. Os resultados da aplicação do produto educacional foram apresentados em Corbacho e Carvalho (2023a, 2023b).

Em Carvalho et al. (2021), os autores discorrem sobre a temática do detrito espacial, contextualizando os impactos que esses objetos causam na sociedade e

os perigos que a exploração espacial está sujeita em razão do acúmulo de resíduos não funcionais em órbita. Além disso, apresentam algumas das tecnologias que vêm sendo propostas para contribuir com a mitigação desse problema, evidenciando o esforço conjunto entre ciência, tecnologia e cooperação internacional. Diante da complexidade e dos riscos envolvidos, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de regulamentações específicas e de um olhar jurídico mais atento, especialmente no que diz respeito à proteção do meio ambiente espacial, o que insere essa discussão no campo do direito ambiental e das políticas internacionais voltadas à sustentabilidade planetária, e sobre isso veremos na próxima seção.

2.1 DIREITO ESPACIAL AMBIENTAL

O Direito Espacial é um ramo da ciência jurídica que trata da formulação e aplicação de normas, tanto públicas quanto privadas, em nível nacional e internacional, relacionadas à navegação e às atividades no espaço exterior, incluindo os corpos celestes (Arraga, 2023). Essa definição destaca dois aspectos centrais: a navegação no espaço e o regime jurídico das relações que ocorrem nesse ambiente, ambos fundamentais para a consolidação de um corpo normativo específico para o espaço.

No entanto, como uma disciplina recente, o Direito Espacial enfrenta desafios. Um deles é a ausência de uma delimitação clara entre o espaço aéreo e o espaço exterior, o que dificulta a definição do campo de atuação de cada norma. Outro obstáculo é a constante evolução da ciência e da tecnologia espacial, o que exige um estudo jurídico dinâmico e adaptável. Por isso, considera-se que o Direito Espacial está em constante formação, ou em “*status nascendi*” (Silva; Grosner, 2021).

Silva e Grosner (2021) explicam ainda que desde o início da era espacial, o espaço tem sido amplamente utilizado para fins como comunicação, navegação, observação da Terra e monitoramento climático. Satélites de comunicação possibilitam telefonia e internet, enquanto os de navegação viabilizam o uso de Sistema de Posicionamento Global (GPS). Satélites de reconhecimento monitoram mudanças no ambiente, atos ilegais e emissões de poluentes.

Além disso, como demonstrado na guerra da Ucrânia, os satélites são capazes de identificar movimentos estratégicos de nações, como a concentração de

tropas e armamentos. Também contribuem significativamente para previsões climáticas mais precisas, apoiadas por instituições como a Associação Meteorológica Mundial. Através dos satélites e dos foguetes que os lançam, iniciou-se a exploração do espaço – considerada a última fronteira da humanidade (Arraga, 2023).

Os satélites operam em diferentes órbitas: baixa (LEO), média (MEO) e geossíncrona (GEO). Inicialmente, apenas Estados conduziam atividades espaciais, mas desde 2015, empresas privadas passaram a atuar nesse setor, o que gerou um aumento significativo da infraestrutura espacial. Um exemplo são as mega constelações de pequenos satélites, que trabalham em conjunto para viabilizar a comunicação. Essas constelações, normalmente localizadas em LEO, são mais flexíveis que os grandes satélites em GEO. Empresas como a Starlink já lançaram milhares de pequenos satélites para fornecer internet em regiões remotas, com planos de alcançar 30.000 unidades em órbita. A China tem planos ambiciosos: colocar em órbita quase 13 mil satélites — exatamente 12.992, segundo *The Economist* (2023). Isso nos leva a refletir sobre um problema cada vez mais urgente: o detrito espacial (NASA, 2021).

O detrito espacial é formado por objetos que foram úteis um dia, como satélites que já cumpriram sua missão ou corpos de foguetes que ficaram vagando pelo espaço. Muitos desses detritos continuam orbitando a Terra por anos, dezenas de anos, centenas de anos, até que se desintegram, saiam de órbita, explodam ou batam em alguma coisa – o que, aliás, gera ainda mais detrito (NASA, 2021).

Para se ter uma ideia, só em 2023, a massa total dos detritos espaciais passou das 8 mil toneladas, isso mesmo, são mais de 8 milhões de quilos de sucata flutuando lá em cima. Desses, cerca de 26 mil fragmentos têm o tamanho de uma bola de softball – um esporte semelhante ao beisebol, que utiliza uma bola maior e mais macia – sendo suficientemente grandes para destruir um satélite inteiro em caso de colisão. Outros 500 mil têm o tamanho de uma bolinha de gude que também são perigosos. E o número mais impressionante: há uma probabilidade de que existam cerca de 100 milhões de partículas minúsculas, do tamanho de um grão de sal. Mesmo assim, por causa da velocidade absurda com que essas partículas viajam — cerca de 10 km por segundo, o que é dez vezes mais rápido que um projétil comum — pode perfurar uma espaçonave. Ou seja, o espaço ao redor da

Terra está cheio de projéteis invisíveis, viajando em todas as direções, como se fossem milhares de mísseis desgovernados (ESA, 2024).

Ainda, de acordo com a NASA (2021), em mais de seis décadas de exploração espacial, já aconteceram mais de 6 mil lançamentos. Isso resultou em mais de 56 mil objetos que entraram em órbita. Hoje, cerca de 28 mil deles ainda estão lá fora, sendo monitorados constantemente pela Rede de Vigilância Espacial dos Estados Unidos, que consegue rastrear objetos maiores que 5 a 10 cm na órbita baixa da Terra, e maiores do que 30 cm nas órbitas mais altas.

Desse total, aproximadamente 24% são satélites — e menos de um terço ainda funcionam. Outros 11% são partes de foguetes e componentes usados durante missões. Desde 1961, mais de 560 explosões e fragmentações foram registradas no espaço. Só sete dessas foram colisões diretas, mas especialistas acreditam que, no futuro, essas colisões vão se tornar a principal fonte de geração de detrito espacial (ESA, 2024).

Diante desse cenário, vale lembrar o que diz o Tratado sobre o Espaço Exterior de 1967 — um documento internacional criado para regular o uso do espaço. Um dos artigos mais relevantes nesse contexto é o Artigo 6º, que estabelece que os países são responsáveis pelas atividades que realizam fora da Terra, independentemente de serem feitas por governos ou empresas privadas. Além disso, essas ações precisam ser autorizadas e supervisionadas continuamente pelos Estados. Caso sejam conduzidas por organizações internacionais, a responsabilidade é compartilhada entre a entidade e os países que a integram.

O espaço está ficando cheio. Com tantos lançamentos de satélites, foguetes e equipamentos, é inevitável que parte disso acabe se tornando detrito — pedaços soltos que continuam girando ao redor da Terra sem nenhuma função. Mas quem, afinal, é responsável por esse entulho espacial?

O Artigo 7º do Tratado do Espaço Exterior, assinado por vários países, dá uma resposta clara: se um país lança algo ao espaço (ou permite que algo seja lançado do seu território), ele é responsável por qualquer dano que esse objeto ou suas partes causarem a outro país ou a pessoas de outro país. Isso vale tanto para danos aqui na Terra quanto para os que acontecem no espaço (Brasil, 1969).

Já, o Artigo 8º complementa isso dizendo que, mesmo depois de ser lançado, o objeto continua sendo do país que o colocou lá em cima. Ele segue sob a jurisdição e o controle desse Estado, mesmo se estiver quebrado, ou perdido no

espaço. E se esse objeto (ou partes dele) for encontrado por outro país, ele deve ser devolvido — como se fosse um bem perdido (Brasil, 1969).

Esses dois artigos levantam uma questão importante: e quanto aos detritos espaciais, aqueles pedaços minúsculos que saem de satélites danificados, explosões ou colisões?. Eles também contam como “componentes” dos objetos originais? Parece lógico que sim. Mas aí começa a complicação: muitos desses detritos são tão pequenos que é quase impossível dizer de onde vieram. E se não dá para identificar a origem, não dá para apontar um país responsável. Mesmo assim, a lei internacional diz que o país que lançou o objeto original não pode simplesmente dizer que não é mais dono ou responsável por ele — mesmo que ele esteja sem funcionar ou fora de controle.

Curiosamente, os países não costumam abrir mão da propriedade desses objetos espaciais, mesmo quando eles já não funcionam. Muitas vezes, isso acontece por razões de segurança nacional. Por isso, tentar remover ou mexer em um satélite “morto” (não funcional) ou em detritos sem a permissão do país de origem pode ser visto como uma provocação — ou até como um ato hostil.

Esse cenário nos leva a uma reflexão prática: será que não deveríamos permitir que certos tipos de detrito espacial, como fragmentos muito pequenos (menores que 1 cm, por exemplo), possam ser removidos livremente, sem precisar da autorização do país que os lançou? Essa poderia ser uma forma de evitar acidentes e manter o espaço mais limpo.

Apesar do exposto, surge outra pergunta: quem faria esse trabalho de limpeza? Qual organização poderia ser confiável e neutra o suficiente para recolher esses detritos sem gerar conflitos entre países? Essa é uma discussão urgente, já que o número de detritos espaciais só cresce e pode colocar em risco o futuro das missões espaciais e a segurança de satélites que usamos aqui na Terra (Louka, 2023).

A Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, assinada em 1972, é resultado de quase uma década de debates no Comitê das Nações Unidas para a Utilização Pacífica do Espaço Exterior. Entre 1962 e 1971, os países discutiram como lidar com os possíveis prejuízos causados por objetos enviados ao espaço — afinal, com o avanço da exploração espacial, aumentava também o risco de acidentes (Brasil, 1972).

O texto final foi preparado pelo Subcomitê Jurídico e aprovado pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) por meio da Resolução 2777 (XXVI), em 29 de novembro de 1971. Poucos meses depois, em 29 de março de 1972, a Convenção foi aberta para assinatura nas capitais de três grandes potências da época: Londres, Moscou e Washington. Ao receber sua quinta ratificação, em 1º de setembro do mesmo ano, o acordo entrou oficialmente em vigor.

A Convenção é composta por 28 artigos e traz regras claras sobre como deve funcionar a responsabilidade entre Estados quando algum objeto espacial causa dano. Um ponto curioso é o Artigo XIX, que, de acordo com a interpretação de um trecho da Resolução 2777, inclui uma cláusula considerada facultativa. Essa cláusula permite que os países aceitem, com antecedência, as decisões da Comissão de Reclamações como obrigatórias — e alguns Estados realmente adotaram essa postura (Cheng, 1997).

Dentre os artigos, cabe destacar:

Artigo 1º

Define os principais termos usados na Convenção:

“Dano” significa desde perdas de vida ou ferimentos, até prejuízos materiais, inclusive de organizações internacionais. “Lançamento” inclui também as tentativas que não chegaram a ser concluídas. “Estado lançador” pode ser tanto aquele que faz ou patrocina o lançamento, quanto o que permite o uso de seu território ou de suas instalações para isso. “Objeto espacial” engloba o próprio objeto, suas peças, o veículo de lançamento e tudo que esteja relacionado a ele.

Artigo 2º

Aqui o acordo é direto: se um objeto espacial causar algum dano na Terra ou a uma aeronave em voo, o Estado responsável por lançá-lo deverá pagar indenização — sem necessidade de provar culpa. É o que se chama de responsabilidade objetiva ou absoluta.

Artigo 3º

Mas se o dano ocorrer fora da Terra, por exemplo no espaço, a lógica muda. Nesse caso, o Estado só será responsabilizado se houver culpa — seja dele ou de alguém sob sua responsabilidade.

Artigo 4º

Este artigo trata de situações mais complexas, envolvendo três Estados. Se dois Estados lançadores estiverem envolvidos em um acidente no espaço, e isso acabar prejudicando um terceiro Estado (ou seus cidadãos), ambos os primeiros serão responsáveis (Cheng, 1997, p.11).

Cheng (1997) explica que, conforme estabelece a Convenção, se o dano ao terceiro país for na Terra ou em uma aeronave, a responsabilidade dos dois será automática; se o dano for no espaço, só haverá responsabilidade se ficar comprovada culpa. Quando os dois primeiros Estados forem considerados culpados, eles dividem o valor da indenização conforme o grau de responsabilidade de cada

um. Se isso não puder ser determinado, o custo é dividido igualmente. Ainda assim, o terceiro Estado pode exigir o pagamento total de qualquer um deles — essa divisão interna não o impede de buscar seus direitos.

Cheng (1997, p.12) explica ainda:

Artigo 5º

Quando dois ou mais países se unem para lançar um objeto ao espaço, todos eles são responsáveis – juntos e individualmente – por qualquer dano que esse objeto causar. Se um desses países tiver que pagar uma indenização, ele pode pedir que os outros envolvidos no lançamento também contribuam. Para evitar conflitos, os países participantes podem fazer acordos prévios sobre como dividir esses custos, já que todos compartilham a responsabilidade. Qualquer país que ceda seu território ou suas instalações para o lançamento de um objeto espacial é considerado um participante desse lançamento conjunto.

Artigo 6º

Um país lançador pode deixar de ser responsabilizado pelos danos, total ou parcialmente, se conseguir provar que o prejuízo foi causado por negligência grave ou por um ato intencional de outro país envolvido ou de alguém que o represente. Mas isso não vale se o dano tiver ocorrido porque o país lançou o objeto de forma ilegal ou em desacordo com normas internacionais, especialmente com a Carta das Nações Unidas e o Tratado que rege a exploração e uso do espaço.

Segundo Vereshchetin (1984), a responsabilidade no espaço funciona de forma bem particular: o foco está em proteger pessoas e bens de outros países. Isso é tratado principalmente pela Convenção de 1972 sobre Responsabilidade por Danos Causados por Objetos Espaciais. Uma das peculiaridades desse ramo do direito é que, mesmo quando os danos envolvem pessoas físicas ou empresas, quem responde por elas são os Estados aos quais pertencem. Assim, por exemplo, se um astronauta causar algum problema durante uma missão, quem arca com as consequências é o país dele – embora isso não tire do astronauta sua responsabilidade moral ou jurídica dentro do seu próprio país.

Esse ponto é ainda mais sensível quando missões envolvem equipamentos ou veículos de diferentes países. Nesses casos, a responsabilidade do Estado só aparece se houver falhas ou condutas impróprias de sua parte ou de quem age em seu nome. Com a presença humana no espaço cada vez mais constante – e com a perspectiva de várias nações operando juntas lá em cima – fica claro que precisamos pensar melhor sobre como lidar juridicamente com essas situações (Vereshchetin, 1984).

Quando se trata de astronautas, há poucas dúvidas: o país que os lançou tem direito a ser avisado se eles estiverem em perigo ou fizerem um pouso de

emergência em outro lugar, conforme estabelecido no art. 1º, alínea a. Esse país também deve ajudar, quando necessário, em buscas e resgates, conforme estabelecido nos artigos 2º e 3º, e tem o direito de receber de volta seus astronautas se forem salvos por outro país, conforme art. 4º. No entanto, como aponta Cheng (1997), o país que resgata os astronautas não é obrigado a receber reembolso pelos custos dessa operação. Em outras palavras, o socorro é uma obrigação solidária e humana entre os Estados que participam da exploração do espaço.

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL, EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESPACIAL E ENSINO DE ASTRONOMIA

A Educação Ambiental (EA) é uma temática que tem o intuito de alcançar todos os cidadãos, pois estes precisam ter acesso aos conhecimentos que possibilite a participação ativa destes, na busca por soluções dos problemas relacionados ao meio ambiente, além de realizarem uma atuação quanto à fiscalização quanto ao cumprimento das leis e do controle dos recursos naturais, conforme estabelece a Constituição Federal (Brasil, 1988).

Marcatto (2002) corrobora com essa ideia argumentando sobre a importância da conscientização e da necessidade de se criar técnicas e métodos que auxiliem na tomada de consciência quanto à necessidade de solucionar os problemas ambientais.

Em se tratando das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, proposta pelo Ministério da Educação, por meio da Resolução Nº 2, de 15 de junho de 2012, tem-se:

Art. 8º A Educação Ambiental, respeitando a autonomia da dinâmica escolar e acadêmica, deve ser desenvolvida como uma prática educativa e interdisciplinar, contínua e permanente em todas as fases, etapas, níveis e modalidades, não devendo, como regra, ser implantada como disciplina ou componente curricular específico (MEC, 2012, p. 3).

Tendo em vista que o meio ambiente é um tema transversal nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997), a Educação Ambiental possui um papel de grande importância para a Educação Básica, principalmente, no quadro de mudanças climáticas vivenciados na contemporaneidade (Brasil, 1997).

Já, a Astronomia é uma temática que aguça a curiosidade dos indivíduos desde os tempos remotos que se apresenta com grande potencial multidisciplinar, podendo ser abordada em conjunto com temas contemporâneos, a exemplo da Educação Ambiental e Meio Ambiente, possibilitando a promoção de estudos exploratórios em que os estudantes possam aprender sobre o funcionamento do Universo, das estrelas, dos planetas, contribuindo assim, para o desenvolvimento da consciência ecológica destes indivíduos (Zago et al., 2021).

De acordo com Fracalanza (2004), a Educação Ambiental, bem como ocorre com a Astronomia, são temas que são apresentados de forma fragmentada para os estudantes, o que não promove muito o interesse por parte dos estudantes. Ou seja, a Astronomia é desenvolvida, na grande maioria das vezes, apenas como tema no componente curricular Ciências Naturais, com termos técnicos e científicos, destacando a sua prática quantitativa na análise de movimentos, formação e desenvolvimento dos astros. Dessa forma, todo o potencial qualitativo da Astronomia é menosprezado e, apesar de ela ser capaz de desenvolver no indivíduo uma visão ampliada de mundo, de meio ambiente, e de responsabilidade pessoal e social, aspectos essenciais para a formação integral deste aluno.

De acordo com Zago et al. (2021), a Educação Ambiental é um processo educativo pautado no respeito ao planeta Terra e nas mudanças das relações do homem sobre a natureza, buscando desenvolver, no indivíduo, a percepção de que ele é uma parte do Universo e um agente que faz parte que interage diretamente com o meio em que vive. Corroborando com esses autores, Corrêa e Barbosa (2018) propõem uma Educação Ambiental Espacial que vise transcender a visão ingênua que apresenta o Universo apenas como elementos do cotidiano, sugerindo a utilização de conteúdos técnicos e aprofundados de Astronomia.

Jafelice (2015) explica sobre a importância de uma formação integral e uma visão mais ampla com foco na consciência ecológica sobre a Terra. Para Medeiros (2006) é imprescindível que o indivíduo desenvolva uma visão do todo, ou seja, que ele seja capaz de aprender os princípios da Astronomia e suas aplicações em outras áreas de conhecimento, mantendo o foco no Meio Ambiente e na Educação Ambiental.

Sob esta perspectiva, busca-se superar as práticas pedagógicas atuais, de forma a proporcionar uma Educação Ambiental com o foco na preservação dos recursos naturais, ou seja, envolvendo o indivíduo com o ambiente a seu redor de

maneira crítica e inovadora; esta forma de ensinar transforma a visão do estudante e contrapõem à prática pedagógica da escola tradicional de caráter limitador (Jacobi, 2003).

[...] o desafio é, pois, o de formular uma EA que seja crítica e inovadora, em dois níveis: formal e não formal, assim a EA deve ser acima de tudo um ato político voltado para a transformação social, o seu enfoque deve buscar uma perspectiva holística de ação, que relaciona o homem, a natureza e o Universo, tendo em conta que os recursos naturais se esgotam e que o principal responsável pela sua degradação é o homem (Jacobi, 2003, p. 196).

Passando a considerar a necessidade de uma Educação Ambiental Espacial, esta pode ser compreendida como “[...] uma necessidade formativa que exige mais do que uma mudança atitudinal dos sujeitos, exige o desenvolvimento de uma consciência planetária e uma identidade ser humano/ser-no-mundo” (Corrêa; Barbosa, 2018, p. 127).

Corroborando com os citados autores, Medeiros (2006), também enfatiza a importância de promover uma educação ambiental que estimule uma compreensão ampla das inter-relações entre o ser humano e o ambiente, destacando que essa formação deve ir além da transmissão de conteúdos e buscar o fortalecimento de uma postura crítica, ética e responsável diante das questões socioambientais.

Assim, recuperar uma relação holística com o Universo, e de vivenciar mais a unidade, a harmonia e suas implicações na vida diária, através de uma mudança na nossa concepção de mundo e de nós mesmos, parecem ser imprescindíveis, uma vez que os problemas globais apontados exigem de nós uma visão sistêmica da realidade, onde todas as coisas estão integradas, formando uma teia interativa e complexa (Medeiros, 2006, p. 25).

Diante desta realidade, é possível entender a importância da preservação da Terra e, conseqüentemente, do meio ambiente. Para isso, torna-se essencial compreender as interações entre a Terra e outros corpos celestes, como o Sol e a Lua, além dos impactos causados pela ação humana no planeta. Ao aliar esse conhecimento a reflexões sobre atitudes e valores, a humanidade poderá agir de maneira mais consciente, contribuindo para evitar mudanças climáticas drásticas e garantindo condições ambientais adequadas à vida (Picazzio, 2009).

A Astronomia também desempenha um papel fundamental ao proporcionar uma visão mais holística da Terra em relação ao universo. Considerando a relevância da Astronomia e da Educação Ambiental nos Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCN), bem como o potencial de articulação entre essas duas áreas, o desafio está em integrá-las ao ambiente escolar.

Nesse cenário em que se reconhece a importância de articular Astronomia e Educação Ambiental no ambiente escolar, é fundamental atualizar a discussão para o marco regulatório vigente da educação brasileira. Embora os Parâmetros Curriculares Nacionais tenham historicamente valorizado essas áreas, é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que consolida e orienta, de forma mais recente, a abordagem desses conhecimentos. A BNCC contempla o estudo da Terra no Sistema Solar, dos fenômenos astronômicos e das tecnologias espaciais como conteúdos essenciais de Ciências da Natureza, o que abre espaço para discutir problemáticas contemporâneas como a poluição do ambiente espacial e o aumento de detritos orbitais. Paralelamente, os materiais complementares de implementação da Base, especialmente o Caderno Meio Ambiente, reforçam a Educação Ambiental como tema transversal, reafirmando a necessidade de construir práticas educativas que articulem tecnologia, ciência e responsabilidade socioambiental.

Nesse sentido, a integração das temáticas de Astronomia e sustentabilidade encontra respaldo direto nas competências gerais da BNCC, que orientam a formação do estudante em uma perspectiva crítica e interdisciplinar. Competências como a 1 (compreensão científica do mundo físico), a 2 (curiosidade intelectual e investigação), a 4 (uso de diferentes linguagens, incluindo a científica e a matemática), a 5 (uso crítico de tecnologias) e a 9 (argumentação fundamentada sobre questões socioambientais) justificam plenamente a abordagem de temas como detritos espaciais, exploração tecnológica do espaço e seus impactos ambientais. Ademais, habilidades específicas de Ciências dos anos finais, que tratam da observação do Sistema Solar, da compreensão de fenômenos astronômicos e da proposição de soluções para problemas ambientais, fortalecem a pertinência pedagógica dessa integração. Assim, ao dialogar com as diretrizes da BNCC, a escola não apenas legitima o trabalho com Astronomia e sustentabilidade, mas também contribui para a formação de um sujeito ecológico capaz de compreender, avaliar e agir frente aos desafios ambientais da era espacial.

2.3 A ASTRONOMIA NO BOJO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESPACIAL EM CONTEXTO ESCOLAR: O TRABALHO INTERDISCIPLINAR À LUZ DA BNCC

A Educação Ambiental Espacial é uma abordagem educativa que visa promover a compreensão e a conscientização sobre as questões ambientais relacionadas ao espaço. Ela se concentra em desenvolver uma perspectiva interdisciplinar, integrando conceitos espaciais em diversas disciplinas do currículo escolar. Nesse contexto, o detrito espacial emerge como uma preocupação significativa. A conscientização sobre o aumento do detrito espacial e seus impactos no ambiente terrestre e nas atividades espaciais é crucial.

A Educação Ambiental Espacial aborda não apenas a origem e a natureza do detrito espacial, mas também destaca a importância de práticas sustentáveis no espaço, incentivando soluções inovadoras para mitigar os problemas associados ao acúmulo de detritos em órbita.

Nessa conjuntura, o professor detém papel central que, de acordo com Penteado (2012), deve ter a habilidade de direcionar as discussões sobre meio ambiente, trabalhando as principais representações que os educandos possuem para o contexto do ambiente escolar, buscando promover o aprofundamento dos saberes e debates contidos nos materiais didáticos e midiáticos, visando sempre à ampliação do senso crítico, assimilação de novos conhecimentos, a disseminação de informações e saberes significativos, além da percepção do contexto vivido regionalmente.

Como destaca Carvalho (2005) a educação ambiental ainda não se tornou tão presente e eficaz nos espaços-chave da organização do trabalho educativo na escola, porém ela já avançou muito e já tem indícios de boas práticas desenvolvidas. Ou seja, a Educação Ambiental Espacial deve se orientar no desenvolvimento de sujeitos para que se apropriem de atitude crítica, dialética, participativa e de conhecimentos sobre a realidade.

A Educação Ambiental Espacial deve ter uma dimensão qualitativa e, assim, perpassa a realidade e o posicionamento humano, buscando desenvolver seu protagonismo na construção e realização de uma nova realidade social e escolar de modo que garanta o tratamento dos temas ambientais como atividades e atitudes cotidianas nas escolas, compreendidas como um espaço social institucional que tem como papel contribuir na formação plena, unilateral, dos sujeitos educandos pela

apropriação crítica da cultura elaborada histórica e socialmente, para instrumentalizá-los na realização de uma prática social crítica e transformadora.

Viégas e Guimarães (2007) destacam que sabendo que a Educação Ambiental Espacial se desenvolve por um conjunto de inter-relações que resulta da ação educativa que se dará na promoção de um movimento que potencialize a transformação simultânea dos indivíduos e da realidade socioambiental, a sua perspectiva é muito mais ampla e integral, devendo ser desenvolvida com todos os sujeitos inseridos no ambiente escolar, e não apenas uma parcela.

Verifica-se, sobretudo, que no âmbito da Educação Ambiental Espacial, o ensino ocorre através do ato de problematizar as representações do Meio Ambiente Espacial nos contextos dos diversos grupos sociais, possibilitando que os estudantes desvendem diferentes percepções de natureza e se tornem agentes ativos e transformadores na sociedade mediante uma estreita relação entre o meio físico e social.

A Educação Ambiental (EA) por ser renovadora, induzir novas formas de conduta nos indivíduos e na sociedade, por lidar com as realidades locais, e por adotar uma abordagem que considera todos os aspectos que compõem a questão ambiental – aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais, étnicos, ecológicos, científicos e tecnológicos - por ser catalizadora de uma educação para o exercício pleno e responsável da cidadania (Dias, 2002, p. 221).

Assim, pode-se verificar, a partir da reflexão apresentada por Dias (2002), o caráter profundamente transformador da Educação Ambiental (EA), destacando-a como um processo que ultrapassa a simples transmissão de conteúdos e se firma como prática formadora de cidadãos críticos e socialmente responsáveis. Ao envolver dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais, ecológicas e tecnológicas, a EA assume uma postura interdisciplinar e dialógica, capaz de interpretar as realidades locais e propor mudanças concretas na relação dos indivíduos com o meio.

Essa amplitude conceitual reforça a ideia de que a educação ambiental não pode ser reduzida a ações pontuais ou meramente informativas, mas deve atuar como força catalisadora de novas posturas éticas e de participação ativa na sociedade. Diante desta realidade, Dias (2002) aponta para uma educação comprometida com a transformação social e com a construção de uma consciência ambiental integrada, condição essencial para enfrentar os desafios contemporâneos

que se apresentam em múltiplas escalas, incluindo, mais recentemente, o próprio ambiente espacial.

Nesse sentido, as novas condutas mencionadas pelo autor podem ser ainda mais potencializadas quando se considera que a Educação Ambiental possui um eixo formativo diretamente ligado ao espaço, entendido em suas territorialidades e temporalidades, o que amplia as possibilidades de integrar diferentes questões ambientais de maneira contextualizada e significativa.

Nessa perspectiva, o detrito espacial, formado por fragmentos de satélites desativados, estágios de foguetes e outros resíduos oriundos de atividades espaciais apresenta desafios importantes para uma exploração espacial sustentável.

A Educação Ambiental Espacial desempenha um papel de grande relevância ao sensibilizar estudantes e comunidades sobre a necessidade de discutir o problema do detrito espacial. Além de proporcionar conhecimento sobre os impactos ambientais, a Educação Ambiental Espacial incentiva a busca por soluções tecnológicas e políticas para lidar com o detrito espacial promovendo a responsabilidade coletiva e a preservação do ambiente espacial para gerações futuras.

Diante dessa perspectiva, e no âmbito da BNCC (Brasil, 2018), a Astronomia passa a integrar de maneira estruturada o componente de Ciências da Natureza, sendo distribuída ao longo da Educação Básica dentro do eixo “Terra e Universo”. Esse eixo orienta que o ensino da Astronomia não se restrinja à transmissão de conceitos, mas se organize por meio de investigações, observações, resolução de problemas, interpretação de fenômenos e uso crítico de tecnologias, permitindo que o estudante compreenda a posição da Terra no Sistema Solar, os movimentos dos corpos celestes, a evolução das tecnologias espaciais e suas implicações sociais e ambientais.

A BNCC enfatiza que tais aprendizagens devem ocorrer de forma progressiva, desde o reconhecimento dos fenômenos observáveis no céu na Educação Infantil, passando pela construção de explicações sobre dia e noite, fases da Lua e Sistema Solar nos anos iniciais, até análises mais complexas sobre interação gravitacional, impactos tecnológicos e exploração espacial nos anos finais do Ensino Fundamental.

Nesse sentido, o ensino da Astronomia nas escolas deve ocorrer de modo investigativo, interdisciplinar e contextualizado, conforme preconiza a Base. Isso

implica a utilização de práticas como observação do céu a olho nu, uso de modelos físicos e digitais, análise de dados de satélites, exploração de mapas celestes, discussões sobre tecnologias espaciais e problematização de temas contemporâneos, como a ocupação do espaço, o avanço da indústria aeroespacial e os desafios associados aos detritos orbitais, temática central deste trabalho.

Além de favorecer o desenvolvimento do pensamento científico, da abstração e da percepção espacial, a Astronomia, quando articulada às competências gerais da BNCC, contribui diretamente para a formação cidadã, promovendo a reflexão crítica sobre o impacto humano no planeta e além dele. Assim, a seção que se apresenta encontra respaldo na política educacional vigente ao evidenciar que o ensino da Astronomia não apenas deve estar presente no currículo, mas deve ocorrer de maneira significativa, favorecendo uma compreensão ampliada das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

2.4 OFICINAS PEDAGÓGICAS COMO ESTRATÉGIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Uma oficina pedagógica pode ser compreendida como um espaço de construção do conhecimento por meio da prática, sem deixar de lado os fundamentos teóricos que sustentam essa aprendizagem. Segundo Vieira e Volquind (2002), trata-se de um momento de aprendizagem ativa, em que ocorre uma troca contínua entre quem aprende e o objeto de estudo, promovendo um processo de aproximação gradual ao conhecimento.

Assim, participar de uma oficina pedagógica é, portanto, uma chance de vivenciar experiências reais e significativas, unindo sentimentos, pensamentos e ações com um propósito educativo e, essa abordagem rompe com o modelo tradicional centrado apenas na cognição e amplia a aprendizagem para incluir ação e reflexão (Vieira; Volquind, 2002).

Conforme explicam os supracitados autores, a oficina pedagógica favorece a apropriação e a construção do saber de maneira dinâmica e participativa, unindo teoria e prática num processo envolvente e transformador, ou seja, as oficinas pedagógicas representam uma forma de integrar a teoria e a prática em um mesmo momento e ambiente, tornando possível uma conexão mais concreta entre o pensar

e o fazer, algo que, muitas vezes, é um desafio na área da educação.

Segundo Vieira et al. (2002), elas também favorecem o contato direto entre quem aprende e o conteúdo, o sujeito/objeto, assim como entre os próprios participantes, o sujeito/sujeito, promovendo uma vivência pautada na união entre sentir, pensar e agir.

Sob este entendimento, tem-se que nesse tipo de espaço, a aprendizagem acontece de maneira significativa, pois os conhecimentos e experiências são realmente experimentados. Dessa forma, a ação e a reflexão caminham juntas, de forma integrada e complementar (Vieira et al., 2002).

A oficina pedagógica tem, essencialmente, dois propósitos principais: o primeiro é conectar ideias, conceitos e fundamentos teóricos com ações práticas vividas pelos participantes; e, o segundo é estimular o trabalho em grupo, promovendo a construção coletiva do conhecimento (Vieira; Volquind, 2002).

Nessa perspectiva, o papel do professor não é o de simplesmente transmitir o que sabe, mas sim criar oportunidades para que os participantes descubram e aprendam aquilo que realmente precisam. Trata-se, portanto, de uma proposta focada no aprendiz e no processo de aprendizagem, e não no ensino tradicional centrado no educador. A construção do saber, nesse contexto, parte das experiências, habilidades, interesses, necessidades, valores e percepções dos próprios participantes, valorizando o que cada um já traz consigo (Vieira; Volquind, 2002).

Na realidade, as oficinas pedagógicas são uma possibilidade de conjugar a teoria e a prática num mesmo espaço/tempo, pois é uma estratégia que possibilita unir o pensar e o fazer, algo que não é fácil de se conseguir no campo educacional (Afonso, 2000).

Em outras palavras, uma oficina pedagógica possibilita também a interação direta entre sujeito/objeto e sujeito/sujeito, permitindo como resultante a tríade sentir-pensar-agir, ou seja, é um espaço onde ocorre uma aprendizagem significativa, em que os conceitos e práticas são efetivamente vivenciados (Vieira; Volquind, 2002).

Segundo Ander-Egg (1991), as oficinas pedagógicas são práticas educativas que se baseiam em princípios e fundamentos pedagógicos que devem nortear tanto seu planejamento, quanto sua execução.

Nessas oficinas, o aprender acontece por meio da ação, que é no “fazer” que o conhecimento ganha sentido. A proposta é aproximar os alunos de situações reais

do seu dia a dia, superando a separação entre o que se estuda na teoria, do que se vive na prática. Durante esse processo, é que se desenvolvem as competências necessárias para realizar as atividades propostas, construindo saberes, técnicas e métodos por meio das vivências individuais, e não apenas ouvindo explicações do formador.

As oficinas seguem uma metodologia participativa, o que significa que é essencial usar estratégias que incentivem o envolvimento ativo dos participantes. Ander-Egg (1991), observa que a cooperação não é algo que se ensina de forma direta e tampouco é uma habilidade natural, ela se constrói na prática, por meio da vivência coletiva. Por isso, é papel do formador acompanhar de perto as atividades dos grupos, estimulando a colaboração entre os participantes.

Outro aspecto central das oficinas é o foco na pedagogia da pergunta e resposta. Ao invés de tratar o conhecimento como algo que se transmite de forma pronta, a oficina valoriza a curiosidade e a investigação. A ciência, nesse contexto, é vista como um campo movido por perguntas, e é justamente essa capacidade de questionar que deve ser incentivada. O objetivo é que seja estimulado o levantamento de questões, a investigação, a reflexão, e não apenas a esperar respostas prontas.

Assim, tanto a ação, quanto a reflexão ocorrem de maneira articulada. De maneira mais concisa, pode-se dizer que as oficinas pedagógicas têm como finalidade articular o abstrato e o concreto, fazendo as aproximações necessárias para que efetivamente o aprendiz faça a junção da teoria com a prática e que desenvolva as habilidades voltadas ao trabalho em grupo de maneira articulada, de tal forma que possibilite vivências mais significativas e capazes de mais facilmente se incorporar à prática docente, ou seja, saber fazer de forma reflexiva, interativa e colaborativa (Afonso, 2000).

Careaga (2006) ressalta que, para que uma oficina pedagógica seja realmente eficaz, alguns elementos importantes devem ser levados em conta. Um deles é o ambiente em que ela acontece: esse espaço precisa não só facilitar a resolução das atividades propostas, mas também favorecer a interação, o acolhimento e a proximidade entre os participantes. É essencial criar um clima de confiança, em que as tensões possam ser reduzidas, permitindo que os envolvidos se sintam à vontade para refletir, dialogar e contribuir com suas ideias.

Outro ponto destacado pelo supracitado autor é a importância de se promover uma certa harmonia e unidade entre os grupos, incentivando a liberdade para que cada integrante possa definir seus próprios objetivos e prioridades dentro do processo. Além disso, é fundamental que os participantes tenham acesso às habilidades e ferramentas necessárias para enfrentar e resolver os desafios propostos.

Para que a oficina alcance seus propósitos, também é preciso prestar atenção a alguns fatores relacionados aos próprios participantes, entre eles, estão: o envolvimento nas atividades, a forma como os grupos se organizam, a disponibilidade dos materiais de apoio, o uso de técnicas adequadas para o trabalho em grupo ou individual, conforme a situação e o acompanhamento constante do desenvolvimento dos participantes, de modo a encontrar as melhores soluções para os problemas discutidos (Careaga, 2006).

Dessa forma, para que a oficina pedagógica cumpra seu papel como espaço coletivo de aprendizagem, é indispensável a participação ativa de todos. Além disso, o uso de métodos e estratégias adequados é o que torna possível a construção compartilhada do conhecimento (Ander-Egg, 1991).

As oficinas também trazem como característica a abertura de espaços de aprendizado que buscam o diálogo entre os participantes. Na oficina surge um novo tipo de comunicação [...], pois ela é formada por uma equipe de trabalho, onde cada um contribui com sua experiência. O professor é dirigente, mas também aprendiz. Cabe a ele diagnosticar o que cada participante sabe e promover o ir além do imediato. (Vieira et al., 2002, p.17).

Portanto, conforme esclarece Vieira et al. (2002), pode-se compreender a oficina como uma atividade planejada para ser realizada com grupos, não importando quantos encontros sejam necessários. Sua principal característica é estar organizada em torno de um tema ou questão central, que surge a partir de um contexto social específico, refletindo as necessidades e realidades do grupo envolvido.

A discussão sobre o uso das oficinas pedagógicas como estratégia de ensino evidencia a necessidade de um professor preparado não apenas em sua área de conhecimento, mas também em aspectos didáticos, metodológicos e pedagógicos mais amplos (Vieira et al., 2002).

Contudo, como visto, essas competências nem sempre são suficientemente desenvolvidas na formação inicial, que tende a priorizar métodos tradicionais de

ensino e limita a vivência prática de abordagens mais inovadoras, como as oficinas pedagógicas. Diante disso, torna-se evidente a importância da formação continuada como um caminho para suprir essas lacunas.

Na próxima seção, será aprofundado como a formação continuada pode contribuir para o desenvolvimento profissional docente, proporcionando momentos de reflexão, atualização e ampliação de saberes, fortalecendo a prática pedagógica e possibilitando a adoção de metodologias mais participativas e contextualizadas.

2.5 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

Nos últimos anos, o tema da formação de professores tem despertado cada vez mais, interesse, refletido no aumento significativo de pesquisas sobre o assunto (Farias; Guimarães; Moura, 2020). Esse movimento também tem proporcionado mudanças importantes nas legislações que tratam da formação docente. Cabe destacar, nesse contexto, a importância de se compreender o que realmente significa o termo formação, não apenas como um processo técnico, mas como algo que envolve o desenvolvimento integral do educador, sua prática, identidade e compromisso com a transformação social por meio da educação (Gatti, 2010).

Segundo Garcia (1999),

A formação apresenta-se nos como um fenômeno complexo e diverso sobre o qual existem apenas escassas conceptualizações e ainda menos acordo em relação às dimensões e teorias mais relevantes para a sua análise. [...] Em primeiro lugar a formação como realidade conceptual, não se identifica nem se dilui dentro de outros conceitos que também se usam, tais como educação, ensino, treino, etc. Em segundo lugar, o conceito formação inclui uma dimensão pessoal de desenvolvimento humano global que é preciso ter em conta face a outras concepções eminentemente técnicas. Em terceiro lugar, o conceito formação tem a ver com a capacidade de formação, assim como com a vontade de formação (Garcia, 1999, p. 21-22).

Ou seja, pode-se compreender a formação como um fenômeno complexo e multidimensional que vai além do simples acesso ao conhecimento ou do desenvolvimento de habilidades específicas. Diferencia-se de conceitos como educação e treinamento porque envolve o desenvolvimento integral do indivíduo, abrangendo dimensões cognitivas, éticas, emocionais, sociais e culturais, e não apenas a aquisição de competências técnicas. Assim, formar significa promover a construção de sujeitos capazes de refletir, agir criticamente e participar de maneira consciente e responsável na sociedade.

Autores como Perrenoud (2000) e Nóvoa (2000) destacam que a formação inicial, apesar de fundamental, ainda apresenta limitações que dificultam uma preparação mais sólida para os desafios reais da sala de aula.

O termo formação continuada vem acompanhado de outro, a formação inicial. A formação inicial refere-se ao ensino de conhecimentos teóricos e práticos destinados à formação profissional, completados por estágios. A formação continuada é o prolongamento da formação inicial, visando o aperfeiçoamento profissional teórico e prático no próprio contexto de trabalho e o desenvolvimento de uma cultura geral mais ampla, para além do exercício profissional (Libâneo, 2004, p. 227).

De acordo com o supracitado autor, a formação do professor não é algo que se encerra com a graduação, pelo contrário, trata-se de um percurso contínuo, que tem início com a formação inicial, onde são construídas as bases do conhecimento científico, didático e metodológico, mas que se estende por toda a vida. Pois é no cotidiano da sala de aula, enfrentando dúvidas, incertezas e desafios, que o educador percebe a importância de seguir aprendendo, refletindo e se reinventando constantemente em sua prática.

No âmbito da profissionalização docente, o termo formação de professores designa o conjunto de processos destinados à constituição e ao desenvolvimento profissional ao longo da vida. A noção de formação, nessa perspectiva, ultrapassa a dimensão técnica e contempla a constituição integral do sujeito docente, incluindo aspectos éticos, reflexivos, culturais, emocionais e sociais.

Dentro desse panorama, a formação inicial corresponde ao processo estruturado oferecido nos cursos de licenciatura, nos quais ocorre a apropriação de conhecimentos teóricos, pedagógicos e práticos, incluindo os estágios, necessários ao exercício da docência (Santos, 2002). A formação continuada, por sua vez, expande e aprofunda esses saberes no decorrer da carreira, possibilitando que o professor atualize suas práticas e estabeleça novos diálogos entre teoria e realidade escolar, especialmente diante de demandas contemporâneas como a incorporação de temáticas de Astronomia, sustentabilidade e Educação Ambiental previstas na BNCC (Chimentão, 2009).

Já, o conceito de formação permanente, embora relacionado à formação continuada, adquire um sentido ampliado ao enfatizar o desenvolvimento profissional como um processo ininterrupto, construído tanto nas experiências formais quanto nas situações cotidianas de ensino. Diferentemente da formação continuada, geralmente organizada em cursos, oficinas ou programas institucionais, a formação

permanente valoriza a postura investigativa e reflexiva que o docente assume ao analisar criticamente sua prática e ao buscar, de modo autônomo, novos conhecimentos e metodologias (Ibiapina, 2004).

No contexto deste trabalho, essa distinção é essencial: pois, abordar temas como Astronomia, Educação Ambiental e detritos espaciais exige que o professor não apenas receba formação específica em momentos pontuais, mas adote uma atitude permanente de estudo e atualização, alinhada às competências da BNCC e às demandas da educação científica contemporânea. Assim, formação inicial, continuada e permanente se articulam para sustentar uma prática docente capaz de integrar ciência, tecnologia e sustentabilidade, contribuindo para a formação do sujeito ecológico.

Sob esta perspectiva, Candau (2001) e Santos (2002) ressaltam que nenhuma formação inicial é por si só, capaz de dar conta de todas as demandas da prática docente. Por isso, a formação continuada torna-se essencial, permitindo que o professor esteja em constante aprendizado, acompanhando as transformações nos conteúdos, nas metodologias e nas exigências sociais que atravessam o cotidiano escolar.

Diante desta realidade, tem-se que a formação ao longo da carreira, portanto, vai além da simples complementação de lacunas deixadas pela formação inicial. Ela também promove momentos de escuta, troca e reflexão entre os educadores, fortalecendo vínculos profissionais e construindo, de forma colaborativa, novos saberes pedagógicos. Assim, o processo formativo se configura como um percurso contínuo, vivo e profundamente humano, em que valoriza a experiência e o compromisso com a educação de qualidade (Libâneo, 2004).

Conforme explicam Perrenoud e Thurler (2002) ser professor vai muito além de concluir um curso de graduação. A formação é um caminho que se inicia com os aprendizados fundamentais, científicos, didáticos e metodológicos, mas que continua ao longo de toda a vida, pois é no cotidiano da escola, entre perguntas, incertezas e descobertas, que o educador se vê diante da necessidade de crescer continuamente, aprendendo, refletindo e se transformando, visto que todo esse processo faz parte da essência de quem escolhe ensinar.

De acordo com Tardif (2006), muitos professores ainda aprendem a exercer sua profissão na prática, tateando, por meio de tentativa e erro, evidenciando a importância de se considerar essa realidade na hora de pensar a formação

continuada. Afinal, os conhecimentos científicos que os docentes precisam desenvolver devem ser construídos a partir das experiências reais vivenciadas em sala de aula, refletindo diretamente em suas práticas pedagógicas.

Neste sentido, pode-se compreender que, para que a formação continuada cumpra, de fato, seu papel transformador, é essencial que ela tenha como ponto de partida as necessidades concretas do cotidiano docente, ou seja, os métodos propostos devem colaborar para que o professor possa refletir sobre sua prática e encontrar caminhos para lidar com os desafios que enfrenta no dia a dia (Candau, 2007).

Nesse contexto, Chimentão (2009) reforça que a formação continuada só será realmente eficaz se contribuir para a construção de um profissional capaz de atuar de maneira crítica, autônoma e comprometida com a realidade em que está inserido.

Em outras palavras, compreende-se que a formação continuada de professores é um tema complexo e que exige cuidado, pois mais do que cumprir uma formalidade, ela precisa ser eficaz, contribuindo de forma real para que o professor amplie seus saberes e, sobretudo, repense, transforme ou aperfeiçoe sua prática em sala de aula. Para isso, é essencial valorizar os momentos de troca, seja por meio do diálogo entre colegas, seja nas reflexões individuais ou coletivas, pois é nesse movimento que o aprendizado se fortalece e ganha sentido (Tardif, 2006).

Em se tratando da reflexão, está é explicada por Ibiapina (2004, p. 39) como uma “[...] imersão consciente do homem no mundo de sua experiência, supõe análise e uma proposta totalizadora que orienta a ação para a mudança”.

Sob este escopo, conforme explica Falsarella (2004), a formação continuada, quando pensada de forma intencional e bem planejada, deve ir além da simples transmissão de conteúdos, pois ela precisa provocar o educador, incentivando-o a refletir de maneira crítica e criativa sobre sua atuação. Nesse processo, o professor é convidado a assumir um papel ativo na investigação de sua própria prática, tornando-se alguém que não apenas aprende, mas que também produz saberes e contribui diretamente para transformar a realidade ao seu redor.

Nessa perspectiva, Ibiapina (2004) reforça a importância do professor investir continuamente em sua formação ao longo de toda a vida profissional, com o intuito de se qualificar e fortalecer suas práticas pedagógicas. Isso significa não apenas aguardar passivamente as formações oferecidas pelos órgãos oficiais, mas sim

tomar a iniciativa de buscar novos aprendizados e, principalmente, refletir constantemente sobre sua atuação em sala de aula.

Dessa forma, quando se fala em formação continuada de professores é fundamental lembrar que na contemporaneidade são observadas diversas transformações no campo científico e tecnológico. Por isso, o educador precisa estar preparado para acompanhar essas mudanças e, mais ainda, para criar oportunidades que permitam aos seus alunos compreenderem e se apropriarem do conhecimento científico de forma crítica e significativa.

Considerando a Astronomia, Dottori (2003) explica que muitos professores sentem insegurança ao abordar temas nesta área em sala de aula, e essa dificuldade tem origem, em grande parte, na formação inicial que receberam. Segundo o que observa o supracitado autor, na maioria dos cursos de graduação, esses conteúdos não são devidamente trabalhados, o que deixa os futuros docentes pouco preparados para ensiná-los e, mesmo entre os que se formam em Física, essa preparação específica nem sempre é garantida e, quando ocorre, ainda é limitada.

Assim, quando se fala em formação continuada voltada para o ensino de Astronomia, percebe-se que ela se torna indispensável diante das múltiplas demandas formativas dos professores. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (2011), existem três razões fundamentais para se defender uma formação permanente: muitos dos desafios do ensino só fazem sentido quando o professor os vivencia na prática do cotidiano escolar; a formação inicial, por si só, não dá conta de todas as necessidades de conhecimento, pois seria inviável estender esse período sem torná-lo superficial; e, por fim, para que a formação seja realmente significativa, é essencial que o professor participe de grupos e equipes de trabalho colaborativo.

Inserida nesse panorama, a escolha por abordar os conteúdos de Astronomia justifica-se pelo fato de que tais temas evidenciam, de maneira significativa, as fragilidades da formação inicial docente. Segundo Langhi e Nardi (2008), observa-se a recorrência de um ciclo de concepções alternativas que acabam sendo incorporadas aos saberes dos professores ao longo de sua trajetória formativa.

Tais concepções, muitas vezes equivocadas, revelam o despreparo para o ensino da Astronomia e, embora os docentes recorram frequentemente a fontes alternativas de informação para suprir essas lacunas, essas iniciativas nem sempre

proporcionam o embasamento teórico-metodológico necessário para uma prática pedagógica segura, crítica e fundamentada (Langhi; Nardi, 2008).

Considerando que as estratégias de formação continuada, ela visam ao aperfeiçoamento do conhecimento teórico e prático do docente no contexto de sua prática profissional, elas se apresentam como fundamentais para a atualização pedagógica e para a integração de novas temáticas, como Astronomia e Educação Ambiental, ao currículo escolar, Ibiapina (2004) explica que estas são essenciais para que o professor tenha momentos de reflexão sobre sua própria prática, possa compartilhar vivências com outros colegas e seguir se aprofundando nos conhecimentos da sua área, aprendendo de forma constante ao longo da carreira.

Dessa forma, ao optar pelo ensino de Astronomia, no âmbito da formação continuada, é também uma forma de ampliar o horizonte dos estudantes, oferecendo-os a oportunidade de compreender, de forma integrada, como o ser humano constrói o conhecimento sobre o universo. Essa abordagem favorece uma visão mais ampla sobre o espaço, o tempo, a matéria, a vida e o próprio papel do ser humano no cosmos (Brasil, 1997).

Assim, pode-se compreender que as oficinas pedagógicas são espaços de aprendizagem ativa, participativa e integradora entre teoria e prática, e configuram-se como estratégias relevantes na formação continuada de professores, pois favorecem a reflexão crítica, a construção coletiva de saberes e a vivência significativa de conteúdos. Ao articular ação, pensamento e reflexão, as oficinas possibilitam que o docente ressignifique sua prática a partir de experiências reais e colaborativas, ampliando suas competências e fortalecendo sua autonomia profissional.

Nesse sentido, a formação continuada, entendida como um processo permanente que ultrapassa a graduação encontra nas oficinas um caminho para suprir lacunas da formação inicial, valorizar o saber da experiência docente e promover o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais criativas, críticas e transformadoras, como no caso do ensino de Astronomia, que exige atualização constante e aprofundamento teórico-metodológico.

3 METODOLOGIA

Em se tratando da abordagem, a pesquisa seguiu a linha qualitativa. A pesquisa qualitativa pôde ser explicada de acordo com o entendimento de Minayo (2014):

Como um método aplicado através das relações, representações, percepções e opiniões que são geradas a partir de interpretações desenvolvidas pelos indivíduos, tomando por base as suas vivências, suas histórias e construções (Minayo, 2014, p. 623).

Sob este escopo, esta pesquisa desenvolveu-se dentro da abordagem qualitativa, justamente por ter buscado compreender como professores da Educação Básica vivenciaram, perceberam e praticaram o ensino de Astronomia, especialmente no que se referia ao tema dos detritos espaciais. Optou-se por esse caminho metodológico porque ele permitiu mergulhar nas experiências dos docentes, valorizando os sentidos e significados que atribuíram às suas práticas pedagógicas, algo que exigiu escuta atenta e sensibilidade por parte do pesquisador.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa se desenvolveu em contextos naturais e privilegia a compreensão dos sentidos atribuídos às ações e falas dos participantes. E foi justamente nesse espírito que o estudo foi conduzido, dentro do ambiente escolar real e mais precisamente, no Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand, onde se estruturou uma Comunidade de Prática voltada à colaboração entre professores e ao fortalecimento do ensino de Astronomia.

Além disso, tratou de uma pesquisa exploratória, conforme definido por Gil (2010), pois procurou aprofundar o conhecimento sobre uma temática ainda pouco trabalhada nas escolas: os detritos espaciais e sua conexão com a sustentabilidade do ambiente espacial. Esse caráter exploratório permitiu levantar lacunas na formação docente, identificar concepções prévias sobre o tema e, a partir disso, construir estratégias pedagógicas inovadoras em conjunto com os professores participantes.

Ao mesmo tempo, o estudo também foi descritivo, na medida em que se dedicou a registrar, analisar e interpretar as atividades desenvolvidas nas oficinas, os materiais produzidos pelos participantes e os efeitos formativos observados ao longo do processo. De acordo com Marconi e Lakatos (2017), a pesquisa descritiva

busca retratar as características de determinado fenômeno, sem necessariamente propor explicações causais, mas contribuindo para uma melhor compreensão do objeto estudado.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa seguiu a linha descritiva e exploratória. Entendeu-se a pesquisa descritiva, de acordo com as explicações de Marconi e Lakatos (2017), como sendo uma investigação empírica que teve por principal finalidade o delineamento das características dos fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou o isolamento das principais variáveis. Gil (2010) esclarece que a pesquisa exploratória tem por desígnio conceder uma maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito de modo a constituir hipóteses.

Em se tratando da estratégia metodológica, esta contemplou duas grandes etapas: (i) uma revisão teórica sobre os temas centrais da pesquisa — o ensino de Astronomia, a formação de professores e a sustentabilidade espacial — com levantamento bibliográfico em bases como SciELO, CAPES e livros especializados; e (ii) uma etapa empírica, realizada no Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand (CETIAC), em Feira de Santana – BA, que envolveu a realização de oficinas pedagógicas com professores da CoP da instituição. As oficinas, organizadas de forma sequencial e progressiva, abordaram a temática dos detritos espaciais sob múltiplas perspectivas (científica, ambiental, tecnológica e jurídica), culminando na produção de um “Guia Didático: Oficinas que Conversam sobre a Temática dos Detritos Espaciais” como produto educacional da pesquisa.

Dessa forma, a metodologia adotada foi além da simples investigação do objeto de estudo, pois se propôs a atuar diretamente na realidade educacional, incentivando mudanças concretas nas práticas dos professores, já que essa proposta teve um caráter formativo e colaborativo, o que significou não apenas observar, mas construir, junto com os docentes, caminhos para aprimorar o ensino.

Esta pesquisa, portanto, assumiu um compromisso com a transformação pedagógica, baseada na reflexão crítica, na troca de saberes entre pares e no envolvimento ativo dos professores com temas significativos para o ensino de Ciências e Astronomia na Educação Básica.

3.1 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia desta pesquisa foi organizada de maneira cuidadosa, seguindo etapas bem definidas e que se complementam, com o objetivo de manter a coerência entre o que se propôs, os referenciais teóricos utilizados e as ações desenvolvidas na prática.

Desde o início, o estudo foi pensado para integrar a produção de conhecimento científico com a formação continuada de professores da Educação Básica, essa articulação se deu por meio de oficinas interdisciplinares, realizadas no contexto da Comunidade de Prática (CoP) em Ensino de Astronomia, no Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand (CETIAC).

Na primeira etapa da pesquisa foi à realização de uma revisão bibliográfica, com o intuito de identificar os principais autores e estudos relacionados ao ensino de Astronomia, à formação continuada de professores e à temática dos detritos espaciais. Esse levantamento teórico serviu de base para delimitar o problema da pesquisa, elaborar os instrumentos de coleta de dados e definir os critérios utilizados na construção das oficinas pedagógicas.

Na segunda etapa da pesquisa, foram construídos os instrumentos metodológicos, com destaque para a elaboração de um questionário diagnóstico e dos roteiros das oficinas, todos alinhados aos objetivos específicos do estudo e às necessidades apontadas pelos professores da Comunidade de Prática. Os roteiros seguiram uma sequência temática planejada para favorecer tanto a ampliação, quanto o aprofundamento dos conhecimentos sobre os detritos espaciais, abordando seus aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e legais de forma integrada.

A terceira etapa correspondeu ao trabalho de campo, momento em que os instrumentos foram aplicados e as oficinas pedagógicas realizadas com os docentes participantes. Cada oficina foi pensada como um espaço formativo coletivo, com atividades práticas, discussões temáticas e momentos de reflexão crítica. A participação dos professores foi voluntária, pautada pelo compromisso com a melhoria das práticas pedagógicas e com uma proposta de educação científica que seja atual, contextualizada e socialmente significativa.

Já, a quarta etapa, envolveu a sistematização e a análise dos dados coletados ao longo da pesquisa, considerando registros das oficinas, respostas ao

questionário e materiais produzidos por professores e estudantes. Essa análise foi orientada pelos princípios da triangulação metodológica, permitindo o cruzamento de diferentes fontes de informação, o que garantiu mais consistência, profundidade e confiabilidade aos resultados.

A triangulação metodológica consiste em um recurso essencial para conferir maior solidez e profundidade às investigações científicas, especialmente quando se busca compreender fenômenos sociais complexos. Seu princípio central parte da ideia de que nenhuma técnica isolada é capaz de captar, de forma completa, a multiplicidade da realidade. Assim, ela propõe a combinação de diferentes métodos, fontes ou perspectivas analíticas, permitindo ao pesquisador acessar diversas dimensões do objeto estudado e evitar reducionismos (Bueno; Alves, 2020).

Segundo as citadas autoras, outro fundamento importante diz respeito à convergência e à corroboração dos dados. Ao cruzar informações provenientes de distintas estratégias metodológicas, o pesquisador consegue verificar a consistência dos resultados, identificando pontos de confirmação ou de divergência. Quando diferentes procedimentos apontam para interpretações semelhantes, reforça-se a validade das conclusões; quando apresentam contrastes, abre-se espaço para análises mais profundas e críticas, enriquecendo o processo interpretativo.

Por fim, a triangulação metodológica contribui para aumentar a confiabilidade e a abrangência da pesquisa, possibilitando análises mais densas e contextualizadas. Esse princípio reforça a complementaridade entre técnicas qualitativas e quantitativas, ampliando a compreensão tanto dos aspectos subjetivos quanto dos elementos estruturais do fenômeno. Dessa forma, a triangulação fortalece o rigor científico, ao mesmo tempo em que permite interpretações mais sensíveis, completas e alinhadas à complexidade da realidade investigada (Bueno; Alves, 2020).

Assim, a organização da pesquisa não se limitou a uma sequência rígida de etapas, mas se constituiu como um processo vivo, flexível e reflexivo, que articulou teoria e prática, considerou as experiências dos participantes e enfrentou os desafios próprios do contexto investigado.

3.2 TIPO DE PESQUISA

A metodologia adotada neste estudo seguiu a proposta da pesquisa-formação, inspirada em autores como Josso (2004) e Pineau (2005). Essa abordagem entendeu que pesquisar e formar eram processos que caminhavam juntos, de forma inseparável; assim, os participantes não apenas contribuíram com a investigação, mas também tiveram a oportunidade de repensar e transformar suas próprias práticas ao longo do processo.

Essa escolha esteve diretamente ligada ao propósito deste estudo, que foi promover a formação continuada de professores por meio de oficinas pedagógicas interdisciplinares que abordaram a temática dos detritos espaciais, articuladas com o trabalho desenvolvido na Comunidade de Prática (CoP) em Ensino de Astronomia.

A Comunidade de Prática em Ensino de Astronomia, instituída no CETIAC, configurou-se como um espaço formativo colaborativo inspirado em Lave e Wenger (1991). Reuniu professores da Educação Básica de diferentes áreas, gestores e colaboradores em torno de um interesse comum: o ensino de Astronomia de forma interdisciplinar e transdisciplinar. Estruturada em três dimensões: comunidade, domínio e prática, a CoP promoveu o fortalecimento do sentimento de pertencimento, a construção coletiva de saberes e a troca de experiências, articulando conteúdos científicos, culturais e pedagógicos.

Seu funcionamento foi sustentado por encontros sistemáticos, apoio institucional, o uso de plataformas digitais e estratégias de engajamento que valorizaram a escuta e a confiança entre os participantes (Santos; Paim, 2025). As práticas se materializaram na criação de recursos didáticos inovadores, como lapbooks, jogos, experimentos e sequências pedagógicas, além do planejamento colaborativo de atividades. Como resultado, a CoP se consolidou como um processo estruturado de desenvolvimento profissional, fortalecendo a identidade docente e ampliando as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, tornando-se uma experiência inovadora e inspiradora no ensino de Ciências.

Nesse cenário, a pesquisa-formação apoiou-se em uma visão crítica e emancipadora da formação docente, que reconheceu o professor como alguém que detinha saberes e que ocupava um papel ativo na construção do conhecimento. Essa metodologia valorizou o diálogo entre o saber acadêmico e a experiência prática, estimulou a reflexão coletiva e permitiu a ressignificação das práticas

pedagógicas e, com isso, contribuiu para fortalecer o ensino de Astronomia, trazendo à tona temas atuais e relevantes, como a sustentabilidade do ambiente espacial.

Mais do que apenas levantar dados, o estudo buscou compreender, em profundidade, as vivências, percepções e práticas de professores da Educação Básica que participaram de um processo de formação continuada voltado ao ensino de Astronomia, com foco na problemática dos detritos espaciais.

Outro aspecto importante foi que a pesquisa incorporou elementos da pesquisa-formação, conforme defendido por Pineau (2005) e Josso (2004). Essa abordagem entende o ato de pesquisar como uma oportunidade de formar, e não apenas de observar.

Assim, a própria investigação se tornou um espaço de aprendizagem, onde os professores são protagonistas de um percurso formativo fundamentado na problematização, na interdisciplinaridade e na construção coletiva de saberes. Essa dimensão formativa transforma a pesquisa em uma ação educativa concreta.

Em síntese, o tipo de pesquisa adotado aqui parte de uma perspectiva crítica e dialógica, comprometida com a valorização das experiências dos docentes e com a construção de práticas pedagógicas mais conectadas aos desafios contemporâneos da educação científica, a exemplo do ensino da sustentabilidade espacial no contexto da Astronomia.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES

Para alcançar os objetivos desta pesquisa e garantir uma análise ampla e aprofundada do tema, optou-se pelo uso de diferentes técnicas de coleta de informações, seguindo os princípios da triangulação metodológica. Essa abordagem permite reunir dados de várias fontes, oferecendo uma visão mais completa, validada e rica sobre a realidade estudada, como destacam Denzin e Lincoln (2006).

Dentre os métodos utilizados, o principal foi um questionário com perguntas abertas e fechadas, elaborado a partir dos objetivos específicos do estudo e dos referenciais teóricos pesquisados. Com ele, buscou-se compreender as percepções dos professores da CoP sobre o ensino de Astronomia, identificar o que já sabiam sobre detritos espaciais, conhecer as práticas pedagógicas que já aplicaram nesse contexto e entender suas expectativas em relação à formação proposta.

A escolha desse instrumento deu-se pela sua capacidade de reunir, ao mesmo tempo, dados objetivos e percepções mais subjetivas, criando um espaço para que cada participante pudesse se expressar com liberdade e autenticidade. Além do questionário, também foram utilizados roteiros estruturados das oficinas pedagógicas, que serviram tanto como guias para conduzir as ações formativas quanto como registros do planejamento, da execução e da avaliação de cada etapa.

Esses roteiros descreviam de forma clara os objetivos das oficinas, os conteúdos a serem trabalhados, as metodologias sugeridas, os materiais necessários, os critérios de avaliação e as orientações para que as atividades pudessem ser replicadas em sala de aula. Durante a realização das oficinas, a pesquisadora acrescentou anotações próprias, registrando impressões sobre a dinâmica dos encontros, o nível de participação dos professores e aspectos significativos observados ao longo do processo.

Outro recurso importante foi o registro de observações diretas, feito de maneira sistemática ao longo dos encontros formativos. Para isso, a pesquisadora manteve um diário de campo, onde anotava comportamentos, falas, interações, reações e situações pedagógicas que surgiam durante as oficinas. Esse acompanhamento atento possibilitou perceber sinais de aprendizagem, mudanças de postura, questionamentos, contribuições espontâneas e momentos significativos de construção coletiva do conhecimento.

A coleta de dados também envolveu a análise de materiais produzidos pelos próprios participantes, como mapas conceituais, maquetes, relatórios reflexivos, produções visuais e relatos sobre experiências vividas com os participantes das oficinas. Esses registros se mostraram fontes ricas de informação, pois revelam de forma concreta como os professores assimilaram os conteúdos trabalhados e os adaptaram, dando novos sentidos e aplicando-os em suas práticas pedagógicas.

Ao final das oficinas, utilizou-se um segundo questionário, também com perguntas abertas e fechadas, de forma a validar o entendimento dos professores da CoP a respeito dos seus conhecimentos sobre o ensino de Astronomia.

Essa variedade de instrumentos utilizados permitiu enxergar diferentes aspectos do processo formativo, reconhecendo a complexidade do fenômeno estudado e alinhando-se aos princípios da pesquisa qualitativa. A combinação entre questionário, observações e análise foi adotada no sentido de fortalecer a credibilidade da investigação, como apontam as orientações metodológicas de Flick

(2009), e garantir a consistência necessária para interpretar os dados com segurança.

Desse modo, cada técnica e instrumento foram escolhidos cuidadosamente, buscando assegurar que a coleta das informações fosse conduzida de forma ética, precisa e atenta às particularidades dos participantes e ao contexto escolar em que estavam inseridos.

3.3.1 Procedimentos de Coleta de Informações

A coleta de dados foi conduzida de maneira organizada e progressiva, seguindo os preceitos da pesquisa qualitativa-formativa e os cuidados éticos exigidos em investigações com participantes humanos. Todo o trabalho aconteceu no ambiente escolar e contou com a participação direta dos professores da CoP Ensino de Astronomia do CETIAC, em Feira de Santana — BA.

Na etapa inicial, aplicou-se um questionário diagnóstico aos docentes, antes do início das oficinas pedagógicas. Esse instrumento teve como finalidade traçar um panorama preliminar do perfil dos professores, mapear suas práticas e experiências anteriores no ensino de Astronomia e identificar o nível de conhecimento sobre detritos espaciais.

A coleta foi presencial e realizada em um momento reservado no começo das atividades da CoP, garantindo que os participantes dispusessem de tempo e um ambiente adequado para responder com calma e precisão.

Na segunda etapa, foram realizadas as oficinas pedagógicas interdisciplinares, que formaram o coração da formação e da coleta de dados empíricos. As atividades aconteceram em cinco encontros, com os temas: (1) Ambiente Espacial em Torno da Terra; (2) Satélites Artificiais e Detritos Espaciais; (3) Mitigação dos Detritos Espaciais; (4) Segurança e Sustentabilidade do Ambiente Espacial; e (5) Direito Espacial Internacional. Cada encontro seguiu um roteiro elaborado previamente, com objetivos claros, conteúdos a serem trabalhados, a metodologia sugerida e propostas de atividades práticas para os participantes.

Ao longo das oficinas, a pesquisadora registrou observações diretas no diário de campo, atentando para as interações entre os professores, as contribuições espontâneas, as dúvidas e as reflexões que surgiam, bem como as estratégias que os docentes empregavam para ressignificar os conteúdos.

Esses registros foram fundamentais para captar aspectos que não ficam explícitos nas falas, gestos, reações, dinâmicas de grupo, para mapear o percurso de aprendizagem e as transformações produzidas pela formação.

Paralelamente às oficinas, os professores foram incentivados a aplicar, em suas próprias turmas, as atividades vivenciadas nos encontros formativos, adaptando-as às especificidades e necessidades de seus alunos. Dessa prática, surgiram diversos materiais didáticos elaborados pelos docentes, como relatórios reflexivos, registros fotográficos, mapas conceituais, maquetes e outros trabalhos autorais produzidos pelos estudantes. Esses materiais passaram a compor o corpus de análise da pesquisa, servindo como evidências concretas das ressignificações pedagógicas possibilitadas pela formação.

Ao término do ciclo de oficinas, aconteceram momentos de devolutiva e sistematização coletiva, nos quais os professores compartilharam suas experiências de aplicação dos conteúdos em sala de aula, comentaram os desafios encontrados, avaliaram os impactos formativos percebidos e apresentaram sugestões para aprimorar ações futuras. Na sequência foi aplicado o segundo questionário, com o objetivo de validar a forma como o conhecimento foi estruturado ao longo do estudo.

Esses encontros foram essenciais para reforçar o caráter participativo da pesquisa, estreitar os vínculos colaborativos dentro da Comunidade de Prática e ampliar a profundidade das interpretações sobre os dados obtidos.

Todo o processo de coleta foi pensado como um fluxo contínuo de interação entre pesquisadora e participantes, respeitando tempos e ritmos escolares, favorecendo um ambiente de escuta atenta, construção conjunta e valorização das vivências docentes.

3.3.2 Processo de Análise de Informações

A análise das informações coletadas nesta pesquisa foi guiada pelos princípios da análise qualitativa de conteúdo descritos por Bardin (2011), seguindo um percurso sistemático, interpretativo e aberto ao diálogo com os dados. O propósito central foi compreender os significados que os professores da CoP atribuíram às experiências vividas durante a formação sobre detritos espaciais e identificar de que forma essa vivência influenciou suas práticas pedagógicas.

O processo foi estruturado em três etapas interligadas: pré-análise, exploração do material e, por fim, tratamento e interpretação dos resultados. Esse caminho metodológico possibilitou organizar e compreender os dados de maneira coerente, respeitando seu caráter textual, o contexto em que foram produzidos e os sentidos simbólicos que carregam.

Na fase de pré-análise, o primeiro passo foi organizar todo o material de pesquisa, que incluía os questionários respondidos, as anotações do diário de campo, os roteiros das oficinas com observações registradas, os trabalhos elaborados pelos docentes e as evidências das atividades desenvolvidas em sala de aula, como mapas conceituais, fotos, maquetes e textos reflexivos.

Nessa etapa, foi realizada uma leitura atenta e livre de todo o conteúdo, com o intuito de perceber padrões, recorrências, formas de expressão e possíveis categorias que surgiam de maneira espontânea.

Na etapa de exploração do material, deu-se início à codificação dos dados, momento em que foram definidas e ajustadas as categorias de análise. Essas categorias nasceram da combinação entre os objetivos da pesquisa, os referenciais teóricos utilizados e os sentidos revelados nos discursos e nas práticas dos participantes. Entre as principais que emergiram estão:

- (i) percepções dos docentes sobre o ensino de Astronomia;
- (ii) concepções e lacunas de conhecimento sobre detritos espaciais;
- (iii) integração entre ciência, tecnologia e sustentabilidade;
- (iv) uso das oficinas como recurso didático;
- (v) impactos da formação continuada na prática pedagógica.

Assim, no âmbito desta pesquisa, a autora compreende “percepções” como as impressões, sentimentos e interpretações imediatas expressas pelos participantes diante das oficinas pedagógicas e das temáticas abordadas. Já, as “concepções” são entendidas como estruturas cognitivas mais estáveis, que refletem conhecimentos, crenças e modos de compreender fenômenos científicos construídos ao longo da trajetória formativa dos sujeitos. Ao explicitar essas definições, busca-se conferir maior precisão analítica ao tratamento dos dados, respeitando a natureza subjetiva das falas e permitindo uma interpretação mais rigorosa e alinhada aos objetivos investigativos.

Após essa definição, os dados foram sistematizados em fichamentos e quadros interpretativos, permitindo estabelecer relações entre as falas dos

professores, os registros das oficinas e os materiais pedagógicos produzidos. Todo esse processo analítico foi orientado pelo princípio da interpretação dialógica, entendido como a perspectiva segundo a qual o sentido dos dados emerge da interação entre pesquisador, participantes, contexto e referencial teórico.

Segundo Menegassi e Gasparotto (2019) esse princípio reconhece que o conhecimento é construído de forma relacional e plural, valorizando o contexto de produção das informações, as interações entre os sujeitos e o caráter reflexivo que perpassa a elaboração dos significados. Dessa forma, evita-se a imposição de leituras unilaterais, favorecendo uma compreensão mais ampla, sensível e coerente com a natureza multifacetada do objeto investigado.

No contexto desta pesquisa, o princípio da interpretação dialógica se concretiza na articulação entre os relatos dos docentes, as observações das oficinas e a literatura especializada, permitindo que diferentes vozes, experiências e perspectivas sejam consideradas de forma integrada. A análise resultante emerge justamente desse movimento dialogado, no qual sentidos são negociados e reconstruídos a partir das interações entre pesquisador e participantes. Assim, o processo interpretativo ganha maior profundidade e consistência, possibilitando uma leitura contextualizada e relacional das práticas pedagógicas, das compreensões sobre os conteúdos de Astronomia e dos impactos formativos observados ao longo das oficinas (Menegassi; Gasparotto, 2019).

A última etapa foi dedicada ao tratamento e à interpretação dos resultados, oportunidade em que as categorias de análise foram articuladas aos referenciais teóricos que sustentam a pesquisa, como a formação continuada de professores, a metodologia da pesquisa-formação e os estudos sobre sustentabilidade espacial no ensino de Ciências. Essa conexão possibilitou extrair inferências relevantes sobre a efetividade das oficinas como estratégias de formação, além de evidenciar o potencial do tema dos detritos espaciais para fortalecer o ensino de Astronomia na Educação Básica.

Todo o processo foi conduzido de acordo com a lógica da triangulação metodológica, considerando de forma integrada as informações obtidas por meio dos questionários, das observações em campo e dos documentos produzidos pelos participantes.

A lógica adotada nesta pesquisa consiste em distinguir, no processo analítico, dois níveis de elaboração presentes nas falas e produções dos participantes: um

nível imediato, associado às percepções, e um nível mais estruturado, relacionado às concepções.

Essa lógica orientou a codificação e interpretação dos dados, permitindo identificar tanto as impressões e sentimentos despertados pelas oficinas, quanto os conhecimentos, crenças e compreensões mais profundas sobre a temática dos detritos espaciais e da sustentabilidade do ambiente espacial.

No desenvolvimento da pesquisa, tal lógica se materializou na leitura sistemática das respostas, na categorização das unidades de sentido e na diferenciação entre manifestações que revelavam reações pontuais às atividades propostas e aquelas que evidenciavam entendimentos consolidados, construídos ao longo da trajetória formativa dos docentes participantes.

Ao explicitar essa distinção, assegura-se maior rigor metodológico e clareza na interpretação dos resultados. Essa abordagem visou ampliar o rigor e a confiabilidade da análise, permitindo validar os achados sob diferentes perspectivas e garantir maior solidez aos resultados.

Dessa forma, a análise não apenas respondeu às questões centrais da pesquisa, mas também revelou significados, contradições, avanços e desafios vivenciados pelos professores. Ao fazer isso, buscamos para com uma compreensão mais profunda dos impactos da formação em sua prática docente e no modo como mediam o conhecimento astronômico junto aos estudantes.

3.4 CUIDADOS ÉTICOS

A presente pesquisa foi conduzida com rigor ético, em conformidade com os princípios estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais envolvendo seres humanos. Tais diretrizes foram respeitadas em todas as etapas do estudo, assegurando a proteção dos direitos, da dignidade e da integridade dos participantes.

Todos os professores participantes foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos metodológicos, os instrumentos a serem utilizados, os riscos e benefícios envolvidos, bem como sobre o caráter voluntário de sua participação. Após os esclarecimentos necessários, os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando formalmente sua

participação na pesquisa e o uso dos dados coletados, conforme previsto na legislação vigente.

Os dados obtidos foram tratados com estrita confidencialidade e anonimato, sendo utilizados exclusivamente para fins acadêmico-científicos. Nenhuma informação individualizada foi divulgada, e os registros foram codificados de forma a preservar a identidade dos participantes. Os materiais produzidos nas oficinas e nas atividades em sala de aula, como textos, imagens e representações visuais, foram utilizados apenas mediante autorização expressa, com total respeito à autoria e à finalidade formativa do trabalho.

Além disso, a pesquisadora manteve uma postura ética e respeitosa em todas as interações com os participantes, valorizando a escuta ativa, o diálogo colaborativo e a autonomia dos docentes envolvidos. As devolutivas sobre os resultados parciais foram realizadas ao grupo da CoP, promovendo a transparência do processo e fortalecendo o vínculo entre a pesquisa e a prática pedagógica.

Por fim, destaca-se que a pesquisa não impôs riscos físicos, psicológicos, sociais ou morais aos participantes, com benefícios formativos diretos aos docentes envolvidos, especialmente no que diz respeito à ampliação de seus repertórios pedagógicos e científicos sobre a temática dos detritos espaciais e à qualificação do ensino de Astronomia na Educação Básica.

3.5 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo desta pesquisa é composto por professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que integram a CoP em Ensino de Astronomia do Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand (CETIAC), localizado no município de Feira de Santana – BA.

Esses docentes atuam nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, lecionando disciplinas como Ciências Naturais, Física, Matemática e Geografia, com histórico de participação em atividades formativas promovidas no âmbito da CoP.

A seleção dos participantes ocorreu de forma intencional e não probabilística, critério comum em pesquisas qualitativas (Minayo, 2014), com base em sua afinidade com a temática da pesquisa, sua vinculação à CoP e sua atuação direta na Educação Básica. O foco na CoP permitiu à pesquisa alcançar um grupo de

professores já engajado em processos colaborativos de formação continuada, o que favoreceu a construção de uma proposta de intervenção mais significativa e contextualizada.

Foram considerados critérios de inclusão:

- (i) ser professor da rede pública estadual vinculado ao CETIAC;
- (ii) lecionar uma das disciplinas pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
- (iii) atuar com turmas dos anos finais do Ensino Fundamental ou do Ensino Médio;
- (iv) participar das reuniões da CoP durante o período de realização das oficinas pedagógicas (Ver Quadro 1).

Por outro lado, foram excluídos do escopo da pesquisa docentes de outras áreas do conhecimento, bem como professores que atuam exclusivamente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, uma vez que a abordagem metodológica das oficinas foi planejada considerando o nível de complexidade e os conteúdos programáticos previstos para as etapas finais da Educação Básica.

Quadro 1 – Participantes da Pesquisa.

NOME COMPLETO	FORMAÇÃO PROFISSIONAL (GRADUAÇÃO)	PADRÃO MAIS ALTO NA CARREIRA	DISCIPLINAS QUE LECIONANO CETIAC	CH HORÁRIA SEMANAL
Andrea Amaral de Souza	Licenciatura em Matemática	MESTRADO	FÍSICA	40H
Cristiane de Aguiar Peixoto Falcão	Licenciatura em História	ESPECIALIZAÇÃO	HISTÓRIA	40H
Cristina Nascimento de Cerqueira	Licenciatura em História	ESPECIALIZAÇÃO	HISTÓRIA	40H
Erika Teles Cordeiro	Licenciatura em Ciências Biológicas	MESTRADO	CIÊNCIAS	40H
Ernesto Antônio Neiva Santos	Licenciatura em Matemática	MESTRADO	VICE-DIRETOR	40H
James Cloy Leite Cordeiro	Licenciatura em Matemática	MESTRADO	MATEMÁTICA e GEOMETRIA	40H
José Fábio de Araújo Lima	Licenciatura em Matemática	MESTRADO	MATEMÁTICA, GEOMETRIA, DISCIPLINAS AFINS A ÁREA DA MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS	40H

José Roque Lima dos Santos	Licenciatura em História	ESPECIALIZAÇÃO	HISTÓRIA	40H
Kelly Fátima da Silva	Licenciatura em História	ESPECIALIZAÇÃO	HISTÓRIA e IDENTIDADE E CULTURA	40H
Luis Paulo Conceição Morais	Licenciatura em História	ESPECIALIZAÇÃO	HISTÓRIA, DISCIPLINAS AFINS A ÁREA DE HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS	40H
Marcia Nogueira Melo da Rosa	Licenciatura em Ciências Biológicas	MESTRADO	CIÊNCIAS, QUÍMICA, BIOLOGIA, CIÊNCIA	40H
Nadson de Jesus Lima	Licenciatura em Matemática	ESPECIALIZAÇÃO	MATEMÁTICA, GEOMETRIA,	40H
Paulo Portela	Licenciatura em Física	MESTRADO	FÍSICA	20H
Rafael Ramos Longuinhas	Licenciatura em Ciências Biológicas e em Química	MESTRADO	QUÍMICA, BIOLOGIA, DISCIPLINAS AFINS A ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	40H
Rozangela de Jesus Souza	Licenciatura em Geografia	ESPECIALIZAÇÃO	GEOGRAFIA	40H
Tercia de Karla Moreira	Licenciatura em Geografia	MESTRADO	GEOGRAFIA e INICIAÇÃO CIENTÍFICA	40H
Valeria Corbacho	Licenciatura em Geografia	MESTRADO	GEOGRAFIA	40H
Welberton Rios da Silva	Licenciatura em Matemática	MESTRADO	MATEMÁTICA e GEOMETRIAS	40H

Fonte: Autora (2025).

A proposta das oficinas foi apresentada inicialmente em um encontro com a Comunidade de Prática (CoP), ocasião em que também foram entregues e explicados aos participantes os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Esse procedimento garantiu que todos tivessem conhecimento dos objetivos da pesquisa, das atividades desenvolvidas, dos possíveis riscos e benefícios, bem como de seu direito de desistir a qualquer momento, assegurando a autonomia e a voluntariedade da participação.

A pesquisa seguiu rigorosamente os princípios éticos previstos nas diretrizes nacionais, especialmente no que se refere ao respeito, à confidencialidade e à proteção da identidade dos envolvidos. No caso das fotografias utilizadas neste

trabalho, somente foram publicadas aquelas autorizadas expressamente pelos participantes por meio do TCLE, preservando sua imagem e garantindo conformidade com os preceitos éticos que regem pesquisas com seres humanos.

A adesão dos professores à pesquisa e às oficinas formativas ocorreu de forma espontânea e voluntária, motivada pelo interesse em aprofundar conhecimentos sobre Astronomia, explorar novas temáticas, como os detritos espaciais, e diversificar suas estratégias de ensino. A participação foi flexível ao longo dos encontros, tendo em vista fatores como horários de aula, compromissos institucionais e demandas da rotina escolar.

A escolha desse público específico justificou-se pela pertinência do tema dos detritos espaciais no contexto das disciplinas científicas, bem como pelo potencial formativo de se trabalhar a sustentabilidade do ambiente espacial com professores que atuam diretamente com conteúdos relacionados à física, ao meio ambiente, à tecnologia e à reflexão crítica sobre o uso dos recursos naturais.

Além disso, os professores da CoP já estavam inseridos em uma dinâmica colaborativa de formação continuada, o que favoreceu o engajamento, a troca de experiências, a ressignificação das práticas pedagógicas e o fortalecimento do papel docente como mediador do conhecimento científico e promotor de uma educação crítica e contextualizada.

3.6 LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O local escolhido para o desenvolvimento da presente pesquisa foi o Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand, situado na cidade de Feira de Santana – BA.

Trata-se de uma instituição da rede pública estadual de ensino, reconhecida por sua abrangência, estrutura física e protagonismo na oferta de uma educação integral e de qualidade no município. O CETIAC está localizado na Rua Arivaldo de Carvalho, s/n, no bairro Sobradinho, e atende atualmente a mais de 3.500 estudantes, funcionando nos turnos matutino, vespertino e noturno, com turmas do Ensino Fundamental – anos finais, Ensino Médio regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Fundado em 1969, o colégio é considerado de porte especial, dada a sua ampla estrutura física, pedagógica e administrativa. Possui quatro módulos

distribuídos entre blocos de salas de aula, biblioteca, teatro, salas de informática, laboratórios de Ciências, Matemática e Robótica, auditório, espaços de convivência, área esportiva, cantinas, refeitórios, coordenação pedagógica e salas destinadas aos professores e à gestão escolar. Essa infraestrutura robusta proporciona condições adequadas para o desenvolvimento de ações pedagógicas inovadoras e projetos interdisciplinares.

O CETIAC foi escolhido como campo empírico da pesquisa por reunir três elementos centrais para a realização do estudo:

1. Um corpo docente diverso e qualificado na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
2. A presença de uma CoP em Ensino de Astronomia em funcionamento desde o ano de 2024, fruto de articulações institucionais e de iniciativas de formação continuada vinculadas ao Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS);
3. Um ambiente institucional favorável à inovação didática, à formação docente e à implementação de temáticas científicas emergentes, como a sustentabilidade do ambiente espacial.

As ações da pesquisa ocorreram, predominantemente, nas salas da coordenação pedagógica, onde foram realizadas as oficinas com os docentes, bem como em outros espaços do colégio, como laboratórios e salas de aula, nos momentos em que os professores aplicaram as atividades com seus estudantes. O uso desses diferentes ambientes contribuiu para integrar a pesquisa ao cotidiano da escola, promovendo uma vivência concreta da proposta pedagógica e respeitando a dinâmica institucional do CETIAC.

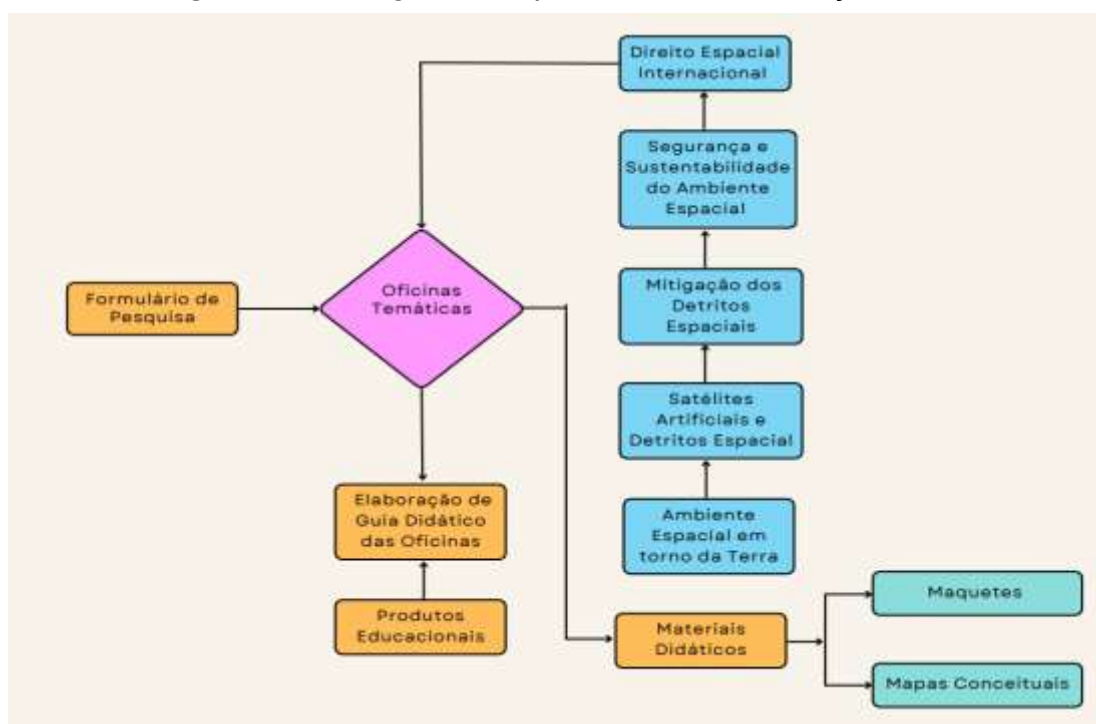
A escolha do CETIAC como lócus da pesquisa revelou-se estratégica por seu potencial de irradiar práticas pedagógicas inovadoras no âmbito da rede pública, favorecendo a replicabilidade das ações formativas desenvolvidas.

Além disso, o histórico de envolvimento da escola com projetos científicos, feiras de ciências, olimpíadas do conhecimento e práticas interdisciplinares proporcionou uma base sólida para a inserção da temática dos detritos espaciais no currículo escolar, contribuindo para o fortalecimento do ensino de Astronomia em uma perspectiva crítica, contextualizada e comprometida com a sustentabilidade.

3.7 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Considerando que o foco da temática foi os detritos espaciais, direcionada à Educação Básica, por meio deste estudo foi possível expandir o conhecimento sobre o impacto ambiental que as atividades espaciais puderam gerar, identificando as tecnologias ambientalmente amigáveis e os processos que minimizaram o impacto ambiental das operações espaciais. Assim, este estudo teve por principal proposta realizar uma intervenção junto aos docentes da instituição selecionada, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma do processo de intervenção.



Fonte: Autora (2025).

Esta pesquisa desenvolveu um estudo sobre a problemática do detrito espacial, em que a importância deste estudo se derivou do fato de ser uma temática em ascensão, visto que os detritos espaciais estão aumentando de forma acentuada, e que, mesmo assim, ainda são pouco trabalhados na Educação Básica. A literatura disponibilizada para esse nível de ensino sobre o tema ainda é bastante limitada e, geralmente apresentam apenas um texto para leitura.

Diante disso, é imprescindível subsidiar e auxiliar os professores, seja por meio de metodologias ou ainda materiais de apoio que permitam uma abordagem da

temática, que é extremamente atual e relevante, de maneira mais aprofundada. Para alcançar esse propósito, desenvolvemos um guia (Alves e Carvalho, 2025) com materiais interdisciplinares para abranger as diversas áreas do conhecimento, incluindo a Astronomia.

A escolha desses temas buscou promover uma progressão no entendimento do assunto, apresentando conceitos e conteúdos elaborados para aprofundar o conhecimento dos professores sobre a temática dos detritos espaciais.

Importante destacar que essas oficinas ocorreram no contexto da Comunidade de Prática em Ensino de Astronomia. Essa Comunidade se reúne quinzenalmente no Colégio de Tempo Integral Assis Chateaubriand (CETIAC), em Feira de Santana – BA, com o objetivo de fortalecer a troca de saberes, a reflexão coletiva e o aprimoramento das práticas pedagógicas no ensino da Astronomia.

Nesse sentido, as oficinas desempenharam um papel fundamental no processo de formação continuada dos professores, ao trazerem para o debate um tema tão atual e relevante quanto os detritos espaciais. Elas proporcionaram um espaço de aprendizado e reflexão que contribuiu para o fortalecimento da prática docente, ampliando as possibilidades de abordar a Astronomia de forma mais crítica, interdisciplinar e conectada com questões contemporâneas.

Com o desenvolvimento e apresentação das cinco oficinas realizou-se a construção do produto educacional intitulado Guia Didático: Oficinas que Conversam sobre a Temática dos Detritos Espaciais (Alves e Carvalho, 2025), que foi desenvolvido e produzido para compor um material que contribuirá para os professores trabalharem com a temática de detritos espaciais em sala de aula na Educação Básica.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

As oficinas foram elaboradas a partir de roteiros (Apêndice C) e seguindo uma sequência evolutiva para que os seus participantes tivessem um melhor entendimento em relação à temática. A cada oficina foram enviados aos participantes convites (Apêndice E) sinalizando sobre as temáticas, dia e hora das atividades.

As oficinas foram distribuídas da seguinte forma: ambiente espacial em torno da Terra; satélites artificiais e detritos espaciais com a construção de uma vela solar; mitigação dos detritos espaciais; segurança e sustentabilidade do ambiente espacial; e, direito espacial internacional.

4.1 AMBIENTE ESPACIAL EM TORNO DA TERRA

A primeira oficina foi realizada no dia 08 de agosto de 2024, no Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand - CETIAC. O encontro ocorreu na sala de coordenação e estavam presentes os (as) professores (as): Ana Verena, Carlos Alberto, Ernesto Neiva, Jucileide Gouveia, Rafael Longuinhas, Tércia Neves e Márcia Nogueira, conforme Figura 4.

Figura 4 – Participantes da oficina.



Fonte: Autora (2025).

A oficina teve início com a pesquisadora saudando os presentes e se apresentando. Em seguida, apresentou como seriam realizadas as oficinas e qual a sequência adotada, conforme Figura 5.

Figura 5 – Apresentação das atividades da oficina



Fonte: Autora (2025).

A primeira oficina, intitulada, “Ambiente Espacial em Torno da Terra” (Apêndice D) foi realizada com êxito, algumas etapas da apresentação podem ser visualizadas nas Figuras 4, 5, 6 e 9. A oficina foi iniciada apresentando as atividades e explicando o que seriam trabalhados nesta primeira oficina, sobre as camadas atmosféricas da Terra e o espaço próximo, apresentando os objetivos da oficina e como esta seria desenvolvida.

No primeiro momento, realizou-se uma pequena atividade de sensibilização. A pesquisadora dividiu a turma em três grupos, e solicitou dos presentes, que imaginassem que estavam em uma viagem espacial e, cada grupo, deveria criar uma história em que eles, enquanto astronautas em uma missão espacial, deveriam colocar no papel tudo o que eles encontrariam naquele ambiente espacial ao redor da Terra, destacando elementos como: os satélites, detritos, estação espacial.

Os grupos se reuniram e, cada um deles fez seu relato, Anexo B, abordando à sua maneira, o que eles imaginavam encontrar. Esta atividade foi muito produtiva e interessante, pois possibilitou recordar as vivências da infância com relação ao espaço, pois este é um tema que envolve muita curiosidade e imaginação, além de

apresentar grande complexidade, por outro lado, por mais que o homem estude sobre o espaço ele ainda continua sendo um mistério (ver Figura 6).

Figura 6 – Equipes trabalhando



Fonte: Autora (2025).

Após o momento de sensibilização, abordou-se sobre as camadas atmosféricas da Terra, caracterizando-as, além de elencar o que ocorria em cada uma delas (Anexo A). Foi uma ocasião de grande interação, em que a professora Tércia Neves abordou um pouco sobre a camada de ozônio, explicando que esta camada se encontra num processo de recuperação, embora exista localidades em que os buracos fecham e, posteriormente, voltem a abrir novamente, esclarecendo ainda que a ciência ainda não sabe explicar o motivo destas oscilações. Neste sentido, o fato é que, mesmo verificando uma redução nas emissões do clorofluorcarbono – CFC, ainda se constata uma grande extensão da camada de ozônio em degradação.

A professora Tércia Neves, abordou ainda sobre a missão espacial que está em vigência, e que dois astronautas foram ao espaço para passar uma semana na Estação Espacial Internacional e, por conta de um problema nos propulsores da espaçonave Starliner, da Boeing, eles ainda permanecem no espaço por mais de 60 dias.

Mas, recentemente a NASA organizou a missão de resgate e segundo o sítio da BBC (2025) os dois astronautas da Agência Espacial Americana (NASA) que passaram os últimos nove meses orbitando a Terra na Estação Espacial Internacional chegaram com sucesso aos Estados Unidos no dia 18 de março de 2025. A viagem de Suni Williams e Butch Wilmore para casa durou quase 17 horas, na cápsula SpaceX Dragon pousando no mar da Flórida, conforme previsto (Ver Figura 7).

Figura 7 – Imagens dos astronautas chegando à Terra



Fonte: BBC (2025).

Outros temas abordados foram em relação ao vácuo e os meteoritos. Sobre este último, o professor Carlos Alberto explicou sobre a diferenciação entre meteoroides, meteoro e o meteorito. Estes são termos que descrevem diferentes estágios de um mesmo objeto celeste.

Um meteoróide é um pedaço de matéria espacial, pequeno, que se torna um meteoro quando entra na atmosfera terrestre. O meteoro é quando o objeto ainda está no espaço e, mesmo ao adentrar na camada atmosférica terrestre, ele continua sendo um meteoro, podendo se desintegrar ou não. Quando o meteoro se desintegra ele deixa os rastros no céu, as chamadas estrelas cadentes. Quando estes não se desintegram, eles adentram a camada da superfície terrestre podendo cair na terra, ou no mar. Se um meteoro sobrevive à passagem pela atmosfera e atinge a superfície, é então chamado de meteorito.

Neste momento, discutiu-se sobre o grande meteorito que caiu na superfície terrestre que foi encontrado em 1784, o meteorito do Bendegó que caiu na Bahia, em uma fazenda próxima a cidade de Monte Santo e pesa mais de 5.000 kg (Ver Figura 8).

Figura 8 – Meteorito do Bendegó.



Fonte: Museu Nacional (2025).

Segundo informações do Museu Nacional (2025) o meteorito do Bendegó é o maior já encontrado no Brasil e um dos maiores do mundo, ele é constituído de uma massa compacta de ferro e níquel. Sua história começou em 1784, quando um garoto chamado Domingos da Motta Botelho, enquanto cuidava do gado em uma fazenda próximo a cidade de Monte Santo, no sertão da Bahia, deparou-se com o imenso bloco metálico. A primeira tentativa de levá-lo até a capital não deu certo: a pesada peça acabou despencando da carreta de madeira e parou no leito do riacho Bendegó, onde permaneceu por décadas. Só em 1888, graças ao interesse e à determinação do imperador D. Pedro II, que reconheceu seu valor científico, finalmente transportou o meteorito para o Rio de Janeiro, onde está em exposição no Museu Nacional até os dias atuais (Museu Nacional, 2025).

Em seguida, abordou-se sobre o turismo espacial, falou-se sobre a SpaceX e a Blue Origen. Esta última lançou seis turistas ao espaço em 19 de maio de 2024, os quais retornaram em 11 minutos. Nesta oportunidade destacou-se que este foi um voo suborbital, ou seja, aquele em que o veículo espacial com os tripulantes não orbita a Terra. Neste caso, o voo apenas atingiu cerca de 100 km de altitude, região que marca o início do espaço, mas não com velocidade suficiente para se sustentar em órbita. O professor Carlos Alberto apresentou ainda algumas informações sobre a ionosfera que é a termosfera, a camada que possui uma maior concentração de íons, e estes desempenham um papel importante para as comunicações de rádio.

Dando continuidade, passou-se para a temática seguinte que foi a discussão em relação a órbita de satélites e sobre a Estação Espacial Internacional, os quais se encontram a partir da termosfera e na exosfera. A termosfera encontra-se em uma altitude entre 85 a 600 km acima da superfície da Terra e, a exosfera encontra-se a partir de 600 km de altitude, sendo estas as camadas mais propícias a terem os satélites e a Estação Espacial Internacional. Após situar os participantes quanto a altitude que orbitam os satélites e a Estação Espacial Internacional, a partir de 600 km, foi possível indicar onde predomina o objeto de estudo desta pesquisadora: os detritos espaciais.

Neste momento, abordou-se sobre as cinco camadas atmosféricas da Terra, passando a discutir sobre a questão do ambiente espacial e falando sobre o vácuo, sobre a variação da temperatura, que perpassa por extremos, indo de um calor escaldante a um frio congelante, e é por isso que os astronautas e as naves espaciais precisam de proteção especial para poderem permear por este ambiente. Discorreu nesse momento sobre a gravidade e como ela é muito fraca no espaço, criando um ambiente de microgravidade, o que faz com que os objetos e as pessoas flutuem. Em se tratando da radiação, outro tema abordado, sabe-se dos prejuízos que causam a vida humana e, por conta disso, entende-se que os astronautas precisam de proteção especial.

Considerando as missões espaciais, para que os astronautas possam realizá-las, estes precisam estar adaptados ao ambiente espacial – com a microgravidade, eles passam por alterações físicas, ocorrendo a perda óssea e muscular. Por conta destas alterações físicas dos astronautas, verifica-se um grande desafio para a engenharia, pois tanto as naves espaciais, quanto a estação espacial, precisam ser cada vez mais leves e resistentes, o que vem a necessidade de muitas pesquisas

para o desenvolvimento de novos materiais que atendam a estas características: proteção especial, resistência e leveza.

Para finalizar a oficina, a pesquisadora solicitou dos participantes a realização de uma atividade prática, com um balão, papel picado e um ímã, para simular uma tempestade solar e verificar os efeitos na Terra (Apêndice D). A proposta foi que todos enchessem os balões, carregando-os de elétrons - passando os balões no cabelo – para, posteriormente, atrair os pedaços de papel com o balão. Posteriormente, foi solicitado que aproximassem o ímã do balão com os papeis, sendo verificado que o ímã afeta a atração dos pedaços de papel.

Quando o ímã é aproximado de o balão carregado, ele interfere na atração dos pedaços de papel que estão sendo atraídos pelo balão. O ímã, que representa o campo magnético da Terra, interage com o campo eletrostático gerado pelo balão, causando uma alteração na maneira como as partículas (pedaços de papel) se comportam. Esta situação ocorre porque o ímã representa o campo magnético da Terra, que interage com as partículas carregadas (Figura 8). Ao aproximar o ímã do balão, o campo magnético do ímã pode desviar ou alterar a trajetória das partículas de papel que estão sendo atraídas pelo balão, simulando como o campo magnético da Terra desvia e interage com as partículas carregadas do Sol durante uma tempestade solar.

Figura 9 – Atividade Tempestade Solar



Fonte: Autora (2025).

Ao final da atividade, foi informado aos participantes que eles poderiam replicar os conteúdos em suas salas de aula. A pesquisadora solicitou que, a cada oficina realizada, os professores aplicassem na prática alguma das atividades desenvolvidas durante a formação com seus alunos. Com base nessas experiências em sala de aula, os docentes foram orientados a produzir maquetes e mapas conceituais, consolidando o aprendizado e favorecendo a construção do conhecimento dos estudantes.

4.2 SATÉLITES ARTIFICIAIS E DETRITOS ESPACIAIS COM A CONSTRUÇÃO DE UMA VELA SOLAR

A segunda oficina, intitulada Satélites Artificiais e Detritos Espaciais com a Construção de uma Vela Solar, foi realizada no dia 21 de novembro de 2024 e estavam presentes quatro professores e vinte estudantes.

Esta oficina abordou sobre os “Satélites artificiais e detritos espaciais com a construção de uma vela solar”. Durante a oficina abordou-se sobre os satélites artificiais e os detritos espaciais, explicando também sobre os impactos, funcionamentos e implicações ambientais e tecnológicos, além de explicar sobre os principais tipos de órbitas utilizadas pelos satélites, a órbita baixa da terra, a órbita média da terra e a órbita geoestacionária.

Após esse momento, a pesquisadora apresentou um pouco mais sobre o que seria os detritos espaciais, seu conceito e esclarecendo um pouco mais sobre suas implicações e que esses detritos podem causar impactos ambientais e tecnológicos. Dando continuidade, foi explicado sobre as órbitas que os satélites operam e quais os tipos de satélites que existem no espaço, a exemplo dos satélites de navegação, os de observação da Terra, os de monitoramento climático, os de sistema de GPS, os de telecomunicação, entre outros.

Em seguida, desenvolveu-se uma dinâmica, uma atividade prática que simulou a atuação dos satélites e os impactos dos detritos espaciais no espaço. Os presentes receberam cartões com imagens de diferentes tipos de satélites (por exemplo, comunicação, GPS, meteorológicos) e alguns cartões contendo "detritos espaciais" (pedaços de satélites quebrados, colisões etc.). Na sequência, os participantes foram convidados a andar pela sala representando os satélites, mas,

ao "colidir" com alguém que possua um cartão de detrito, ficam "danificados", fazendo refletir sobre os desafios causados pelos detritos espaciais.

Após a brincadeira levantou-se uma discussão sobre o número crescente de satélites e detritos no ambiente espaço e seus impactos e consequências para o funcionamento dos satélites e segurança no espaço.

O número de detritos orbitando a atmosfera terrestre estão apresentados na Figura 10, que foi criada a partir de informações extraídas do sítio da ESA (2025).

Figura 10 – Número de detritos orbitando a atmosfera terrestre



Fonte: Elaborado pela Autora a partir de dados do sítio da ESA (2025).

Pode-se compreender, a partir dos dados elencados, que a tendência é que esta poluição no espaço continue a aumentar com o passar dos anos pois, conforme argumenta o Fórum Econômico Mundial, até o ano de 2032 novos satélites serão lançados no espaço.

Posteriormente, foi apresentado o conceito de Vela Solar, que é uma tecnologia que utiliza a pressão da luz solar para impulsionar espaçonaves e satélites sem a necessidade de combustível, sendo esta uma tecnologia que pode

ser vista como uma solução sustentável, tanto para a propulsão de satélites quanto para a remoção de detritos espaciais.

A sala foi dividida em pequenos grupos e cada grupo deveria construir um protótipo de "vela solar" em miniatura, usando folha de papel alumínio, lápis, tubo de papelão, palitos de picolé, fita adesiva, fios de nylon, borracha de dinheiro, canudos e tesoura (ver Figura 11).

Figura 11 – Material para montagem da Vela Solar



Fonte: Autora (2025).

O suporte deveria ser montado como uma estrutura em formato de cruz, com a vela presa por fios de nylon simulando as cordas de uma vela de barco, conforme apresentado pela Figura 12.

Figura 12 – Processo de montagem da Vela Solar



Fonte: Autora (2025).

A Figura 13 exibe a Vela Solar finalizada sendo apresentada pelos grupos.

Figura 13 – Apresentação das Velas Solar Montadas



Fonte: Autora (2025).

Ao final, perguntou-se aos grupos: como esse conceito de vela solar pode ser usado para mitigar os impactos dos detritos espaciais? Como essa tecnologia pode revolucionar o espaço? Quais outras sugestões eles teriam para limpar o ambiente espacial? Os presentes responderam que poderiam utilizar robôs, ter um “carro” que

pudesse fazer esta limpeza no espaço, e questionaram: a quem cabia a responsabilidade por limpar o espaço? Como funcionariam as regras envolvendo o espaço? Assim, houve um diálogo muito proveitoso sobre essas questões e foi comentado que os questionamentos sobre direito espacial seriam sanados mais adiante, nos próximos encontros, na oficina sobre direito espacial internacional.

4.3 MITIGAÇÃO DOS DETRITOS ESPACIAIS

A terceira oficina foi sobre a Mitigação dos Detritos Espaciais, Educação, Inovação e Sustentabilidade. Ela ocorreu no CETIAC, na quinta-feira, dia 20 de março de 2025 às 14h, com a participação de sete docentes e treze estudantes (ver Figura 14).

Figura 14 – Participantes da Oficina



Fonte: Autora (2025).

Discutiu-se sobre a temática da mitigação dos detritos espaciais, sendo apresentado no início da oficina um vídeo da Agência Espacial Europeia (ESA) que

abordava sobre como os detritos se aglomeram no espaço, intitulado “Mitigação dos detritos espaciais”. O vídeo possui, aproximadamente, 01min e indica o quantitativo de detritos espaciais que se tem hoje orbitando na atmosfera terrestre, além de abordar sobre a corrida espacial crescente que se tem hoje.

Como já afirmamos anteriormente, os detritos espaciais, ~~que~~ são os objetos que não possuem mais funcionalidades, são os restos de foguetes, de satélites desativados, ferramentas que escapam das mãos dos astronautas quando estão realizando algum reparo, restos de satélites devido a explosões, entre outros objetos que acabam se perdendo no espaço (ver Figura 15).

Figura 15 – Apresentando a Oficina



Fonte: Autora (2025).

Ao final da apresentação do vídeo, fez-se uma analogia entre o vídeo com a casa deles, e formulou-se a seguinte pergunta: se o espaço fosse o quintal de sua casa, o que vocês fariam para limpar aquela bagunça? O intuito foi sensibilizá-los para com os problemas dos detritos espaciais e suas implicações ambientais e tecnológicas. Então, o que poderia ser feito para limpar aquela bagunça, se vocês tivessem toneladas de detritos acumulados no quintal? O que mais chamou atenção no vídeo e como pode se comparar esse vídeo com a questão do lixo na Terra? E, para vocês, de quem seria a responsabilidade de cuidar do espaço?

Realizou-se uma discussão e alguns dos presentes falaram o que mais chamou a atenção, que foi à quantidade de detritos orbitando em torno da Terra e explicaram que se fosse na casa deles se sentiriam muito mal com tal situação, pois ninguém gosta de ver um quintal cheio de lixo.

Em se tratando da possibilidade de limpeza, os participantes apresentaram diversas possibilidades: uns disseram que enterrariam, outros fariam a seleção do lixo, separando-os e classificando-os, no caso do quintal da casa deles. E quanto à responsabilidade, eles acreditam que é das pessoas que colocam esses objetos no espaço, explicando que tanto na Terra, quanto no espaço o detrito influencia na sustentabilidade do planeta.

Conforme já discutimos anteriormente, de acordo com o Tratado do Espaço Sideral de 1967, que definiu as leis sobre a exploração espacial, cada país tem a responsabilidade pelos próprios detritos que lança no espaço, ou seja, deve responder pelos danos físicos ou materiais provocados pelos materiais ao atingirem a Terra (Jornal IJoca, 2024). Sendo assim, em alguma medida, o posicionamento de alguns participantes da oficina refletem o mesmo princípio adotado pelo referido tratado sobre este tema.

Após esse momento, realizou-se a retomada do tema abordando sobre: “O espaço não é um lixão”, onde se explicou sobre os detritos espaciais, como eles surgiram e quais os riscos que eles apresentam, tanto para os satélites artificiais, quanto para os astronautas, para as missões futuras e para o próprio meio ambiente e as pessoas, seus bens materiais no ambiente terrestre.

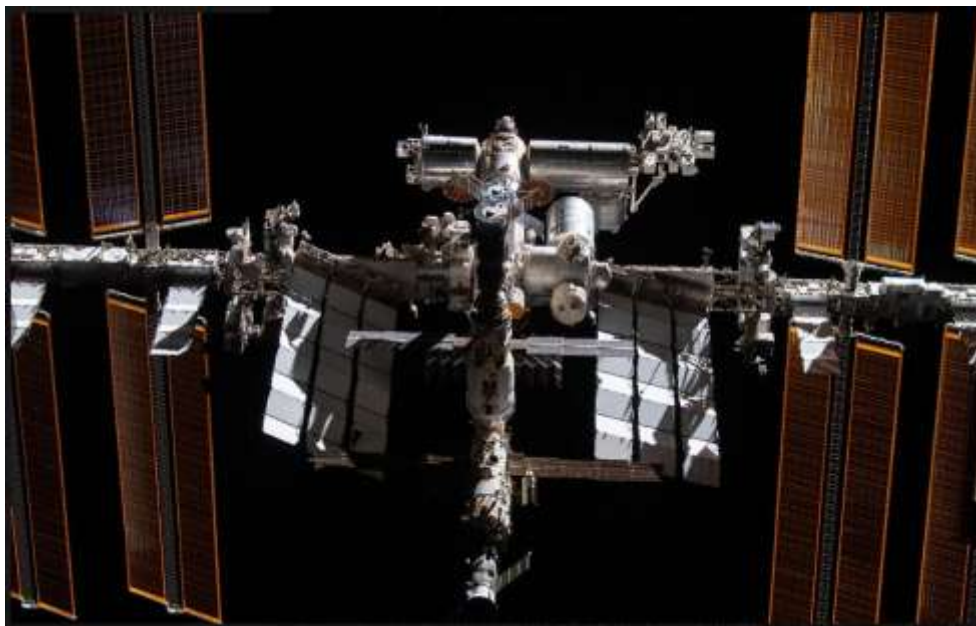
De acordo com o Jornal IJoca (2024), a agência espacial dos Estados Unidos (NASA) admitiu que um objeto cilíndrico caiu em uma residência em Naples, na Flórida. Neste caso, tratava-se de um detrito espacial, advindo da Estação Espacial Internacional (ISS). O detrito caiu na Terra no dia 08 de março de 2024 atravessando o teto da residência e o segundo andar da casa, com cerca de 700 gramas, 10 centímetros de altura e 4 cm de largura, tratando-se de um pedaço da estrutura de carga de baterias que foi descartado pela ISS no ano de 2021, conforme mostrado nas Figuras 16 e 17.

Figura 16 – Imagem do detrito espacial



Fonte: O Globo (2024).

Figura 17 – Imagem da Estação Espacial Internacional (ISS)



Fonte: IGN BRASIL (2024).

A NASA apresentou um comunicado informando que a previsão era que ao atingir a atmosfera terrestre, no início de março, o detrito queimasse e se desmanchasse antes de chegar ao solo, embora, a agência estivesse ciente da

possibilidade de algum pedaço resistir, que foi o que ocorreu com o pedaço que atingiu a casa na Flórida (Jornal IJoca, 2024).

Em seguida, discutiu-se sobre as tecnologias que estão sendo desenvolvidas para mitigar estes problemas, a exemplo da vela solar, da rede, arpão, dos robôs coletores, além da utilização de destruição a laser (ver Figura 18).

Figura 18 – Apresentando a Oficina



Fonte: Autora (2025).

Após esse momento, passou-se para a realização da atividade, que foi a criação de estratégias para trabalhar o tema de forma interdisciplinar. Daí, solicitou-se a criação de uma atividade que pudesse ser trabalhada com os alunos de forma a integrar tecnologia, sustentabilidade e ciência, além de se pensar em desafios e soluções para a implementação desta discussão. O professor Rafael Longuinho ficou de realizar a atividade em sua turma e dar uma devolutiva de como foi à aplicação da oficina em sala de aula, como podemos ver no Anexo C.

4.4 SEGURANÇA E SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE ESPACIAL

A quarta oficina foi realizada no dia 22 de julho de 2025 com a temática Segurança e Sustentabilidade no Ambiente Espacial, sendo realizada junto a Comunidade de Prática no CETIAC, às 8h30, com a participação de onze docentes (ver Figura 19).

Figura 19 – Participantes da oficina



Fonte: Autora (2025).

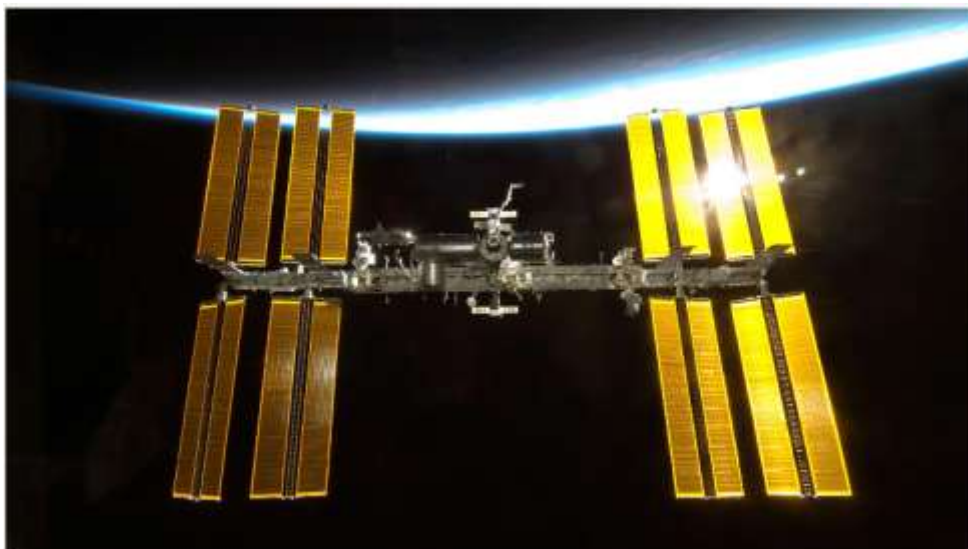
A oficina abordou sobre os impactos da atividade espacial no ambiente espacial com uma profundidade maior nos desafios da segurança orbital tratando dos detritos espaciais e da preservação do espaço comum e da humanidade. A oficina contou com a participação de todos os docentes da Comunidade de Prática, que já estão bem familiarizados com o tema, e já estão levando para a suas salas de aula, em pequenas discussões e diálogos.

Iniciaram-se os trabalhos, com a audiência do curta: Detritos Espaciais: A Ameaça Silenciosa, seguido por uma roda de conversa, abordando justamente sobre esse aumento exponencial dos detritos espaciais, que vem ocorrendo desde os anos de 1960, e como esses detritos podem vir a impactar as nossas vidas, considerando que eles pode colidir com um dos satélites de comunicação e ocasionar um dano aos sinais transmitidos por estes satélites.

Outro tópico abordado foi sobre a Estação Espacial Internacional – ISS (ver Figura 20) e sobre a possibilidade dela ser atingida por um detrito espacial de forma

inesperada e, por conta disso, acabar fazendo manobras para evitar esse tipo de situação.

Figura 20 – Estação Espacial Internacional



Fonte: NASA (2010).

Seguindo com as discussões, realizou-se uma breve contextualização histórica desde 1957 até a atualidade abordando sobre a corrida espacial, sendo abordado também sobre os riscos que os detritos também podem ocasionar para as operações.

Em seguida, foram discutidas as possíveis soluções, a exemplo dos arpões, as velas solares e as redes, que já estão sendo estudadas e discutidas pelas empresas espaciais e que já foram abordadas ao longo dos encontros anteriores.

Posteriormente, falou-se sobre a corrida espacial, das empresas privadas, que em alguns casos estão formando parcerias com as grandes agências governamentais, a exemplo da SpaceX.

Abordou-se também sobre as questões éticas e globais relacionadas à preservação, com a criação de políticas, pois deve-se pensar não apenas no envio dos satélites ao espaço, mas nas formas de descarte, quando a vida útil destes equipamentos finaliza. Ou seja, tem-se que pensar no descarte destes equipamentos na atualidade, e não deixar para as gerações futuras ter que lidar com estas situações. Em outras palavras, as soluções sustentáveis e inovadoras acerca dessas situações têm que ser desenvolvidas ainda por essa geração, assumindo a sua própria responsabilidade social dos detritos, que hoje, orbitam o espaço.

Após esse primeiro momento de discussões, assistiu-se o curta metragem, realizou-se uma breve explanação sobre “Segurança e Sustentabilidade: o espaço como patrimônio comum”. Em seguida, foi realizada uma produção coletiva em que solicitou-se aos participantes que desenvolvessem coletivamente uma proposta prática para trabalhar o tema com os alunos (ver Figura 21).

Figura 21 – Atividade: Produção Coletiva



Fonte: Autora (2025).

Para tanto, dividiu-se a turma em dois grupos: a um foi solicitado que simulassem uma assembleia da ONU e ao outro grupo que realizassem uma campanha escolar sobre o lixo no espaço.

O grupo que trouxe a questão da campanha do lixo espacial falou sobre fazer a conscientização desses alunos, pensando inicialmente em abordar sobre o lixo no planeta Terra, para depois, expandir para a questão do lixo no espaço. Os professores pensaram em fazer isso nas aulas de Ciências, pois esse grupo foi formado com os professores das áreas de Ciências, História e Geografia.

O outro grupo que simulou a assembleia da ONU, era formado por professores de Geografia e História. Este grupo abordou sobre os detritos espaciais e as maneiras de reverter esse lixo, com segurança e sustentabilidade. Eles sugeriram trabalhar com as disciplinas de Geografia, fazendo uma abordagem geopolítica, trazendo o histórico da corrida espacial, de modo que começasse como uma corrida, uma briga entre a antiga União Soviética e os Estados Unidos para ver qual deles teria maior poder e conseguiria mandar o maior foguete para a Lua. A

ideia era fazer com que os alunos pensassem nessa evolução e conquista tecnológica, relacionada ao espaço e o que ela nos trouxe, amarrando com as questões da sustentabilidade e responsabilidade social (ver Figura 22).

Figura 22 – Grupos Participantes



Fonte: Autora (2025).

Ao final, realizou-se um diálogo sobre a acessibilidade do tema e a possibilidade de desenvolvimento de diversos projetos que podem ser trabalhados na escola, por ser atual e suscitar o fomento a ciência, podendo ser trabalhado em sala de aula.

4.5 DIREITO ESPACIAL INTERNACIONAL: PERSPECTIVAS PARA A PAZ, SUSTENTABILIDADE E COOPERAÇÃO NO USO DO ESPAÇO SIDERAL

A quinta oficina contou com nove participantes, ocorreu no dia 27 de julho de 2025, às 14h com a Comunidade de Prática no CETIAC (Ver Figura 23).

Figura 23 – Participantes da oficina.



Fonte: Autora (2025).

Iniciou-se a oficina com a dinâmica “E se o espaço fosse nosso?”, na qual a turma foi dividida em pequenos grupos. Cada grupo teve a tarefa de delimitar direitos, indicando quem poderia explorar a Lua, os planetas e os asteroides. Também discutiu-se questões como a possibilidade de colocar armas no espaço e outros temas relacionados, promovendo um debate colaborativo e reflexivo.

Os grupos concluíram que a exploração do espaço deveria ser livre, porém realizada de forma consciente e mediada. Destacaram que, sempre que um país decidisse enviar pessoas ao espaço, seja para a realização de estudos, para exploração ou para colocar satélites em órbita, seria necessário informar às autoridades competentes, a fim de permitir algum tipo de controle. Quanto ao uso de armas, defenderam que no ambiente espacial as armas deveriam ser totalmente proibidas, pois o espaço pertence a todos e não deve ser palco de guerras.

A oficina abordou sobre o Direito Espacial Internacional, que é uma temática que já vem sendo discutida desde 1967. São dois documentos que abordam sobre a exploração do espaço: o primeiro deles é o Tratado do Espaço Exterior (TEE), que trata da exploração do espaço como um todo e o segundo é o Acordo da Lua, que tem como objeto a exploração do nosso satélite natural.

Embora o Acordo da Lua tenha obtido pouca adesão, com apenas 22 países signatários, seu alcance é limitado se comparado ao Tratado do Espaço Exterior,

que conta com a participação de mais de 110 países, incluindo grandes potências. Essas nações possuem ainda legislações próprias que regulamentam a exploração e utilização do espaço, reforçando a importância do Tratado como marco internacional mais amplamente aceito.

Um aspecto importante abordado pelo TEE refere-se aos princípios centrais do Direito Espacial Internacional que, entre outros, estabelecem que o espaço deve ser utilizado exclusivamente para fins pacíficos, vedando qualquer forma de militarização ofensiva ou agressiva.

A Lei nº 14.946/2024 estabelece as diretrizes para a exploração espacial no Brasil, definindo objetivos, normas de regulamentação e criando a Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE). A CNAE é responsável por coordenar e supervisionar as atividades espaciais no país, garantindo sua conformidade com o direito espacial internacional e alinhando-as aos princípios do Tratado do Espaço Exterior, de forma a assegurar a segurança e a sustentabilidade das operações.

O TEE determina que o compartilhamento de benefícios e informações, deve sempre visar o avanço de toda a humanidade, proibindo que qualquer país reivindique soberania ou se aproprie do espaço e de corpos celestes, reconhecendo-os como patrimônio comum de todos. Além dessas proibições, o tratado também orienta para a prevenção da poluição e de danos ao ambiente espacial, assegurando sua preservação e reforçando a importância do uso pacífico e responsável.

Um exemplo que se pode usar para ilustrar essa discussão pode-se trazer a situação apresentada sobre dois satélites: trata-se da colisão entre dois veículos espaciais, em que um satélite estava fora de operação (um detrito espacial) e o outro em operação, fato que ocorreu em 10 de fevereiro de 2009, entre o Írídio 33 e o Cosmos 2251 e que acabou gerando uma grande quantidade de detritos espaciais. O Írídio 33 era um satélite de comunicação americano que estava ativo (em funcionamento), enquanto o Cosmos 2251 era um satélite militar Russo desativado.

Neste caso, o Direito Espacial Internacional interveio e, inicialmente, acreditando-se se tratar de uma causa milionária. No entanto, devido a diversos fatores envolvidos – como o local de lançamento, as pessoas responsáveis e todos que contribuíram para que os satélites fossem colocados em órbita – concluiu-se

que nem os Estados Unidos e nem a Rússia venceriam a disputa ou entrariam em guerra. A questão foi, então, resolvida de forma pacífica.

Esse foi o primeiro grande caso de colisão entre satélites, que resultou na geração de inúmeros detritos espaciais menores, denominados de nuvens de detritos espaciais. Também foi a primeira vez que se cogitou um ganho financeiro expressivo diante de tal situação, por envolver duas grandes potências, que, ao final, optaram por resolver pacificamente a situação. No entanto, se os detritos tivessem caído na superfície da Terra, os responsáveis por eles seriam os responsabilizados e teriam que pagar os danos causados.

Retomando a descrição da oficina, passou-se a discutir a proteção ambiental. Foi citado o exemplo de astronautas que, inicialmente previstos para permanecer uma semana em órbita, acabaram ficando oito meses no espaço. Ao serem resgatados, a cápsula que retornou à Terra caiu no mar e, antes de ser aberta, recebeu um banho de água para remover resíduos tóxicos provenientes da reentrada. No entanto, ninguém refletiu sobre o destino desses resíduos no ambiente marinho e sobre os possíveis impactos na vida aquática. Questões ambientais desse tipo, que envolvem a exploração espacial e seus efeitos indiretos sobre o planeta, muitas vezes não são abordadas nas discussões.

Existem outras questões que precisam ser discutidas como desafios futuros, e que vão além dos detritos espaciais, que são: a questão da mineração de asteroides, a militarização, com os satélites utilizados para esses fins.

Em seguida, foi realizada uma atividade prática que simulou uma assembleia da ONU. A turma foi dividida em dois grupos (ver Figura 24): um debateu sobre a corrida para a mineração da Lua e o outro discutiu o uso militar dos satélites. Um exemplo atual foi citado a partir do conflito entre Rússia e Ucrânia, no qual a Ucrânia foi alertada sobre um posicionamento de ataque russo graças a um satélite que detectou a movimentação do exército, permitindo sua preparação para o confronto. Diante dessa situação, percebe-se que há um lado positivo e um lado negativo: o positivo é a possibilidade de proteção, enquanto o negativo é o seu uso para espionagem.

Figura 24 – Grupos Participantes.



Fonte: Autora (2025).

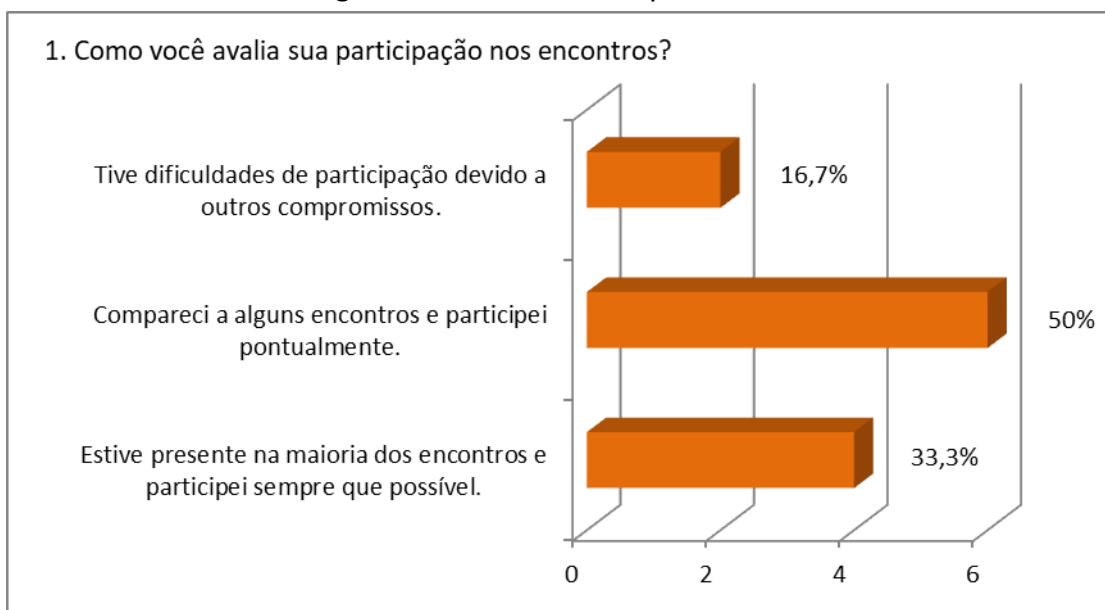
Por fim, pode-se verificar o tema abordado nesta oficina é de suma importância para a Educação Básica, pois é fundamental para formar cidadãos conscientes, não apenas em relação à vida terrestre e ao que existe aqui na Terra, mas também quanto à questão do espaço, que é um bem comum da humanidade.

O espaço não pertence apenas aos Estados Unidos, ao Japão, à Rússia ou a outras quaisquer grandes potências, com elevado poder econômico e tecnológico. Também não pode ser propriedade das grandes empresas que hoje surgem impulsionadas pela ciência, pelo conhecimento e pela exploração espacial. Compreender que o espaço é um patrimônio comum da humanidade significa reconhecer que todos nós, independentemente de possuímos muitos ou poucos recursos financeiros, ou alta ou baixa tecnologia, temos direito a ele.

4.6 AVALIAÇÃO DAS OFICINAS

Ao final das oficinas, foi aplicado um questionário aos professores que participaram das atividades ao longo do período, com o intuito de compreender como perceberam os temas trabalhados, sendo esse questionário respondido por 12 dos participantes.

O objetivo foi verificar se esses temas poderiam ser aplicados, de forma contextualizada em suas aulas, direcionadas aos anos finais do Ensino Fundamental ou ao Ensino Médio. Os resultados podem ser observados a partir dos gráficos apresentados a seguir.

Figura 25 – Gráfico da questão 1

Fonte: Autora (2025).

A análise dos dados indica que a participação nas oficinas foi diversa entre os participantes. Observa-se que metade deles (50%, 6 participantes) participou de forma pontual, enquanto 33,3% (4 participantes) esteve presente na maioria dos encontros, e 16,7% (2 participantes) encontrou dificuldades para participar devido a outros compromissos. Essa diversidade de engajamento reflete a dinâmica real de grupos sociais e destaca que cada participante traz consigo diferentes contextos, prioridades e limitações.

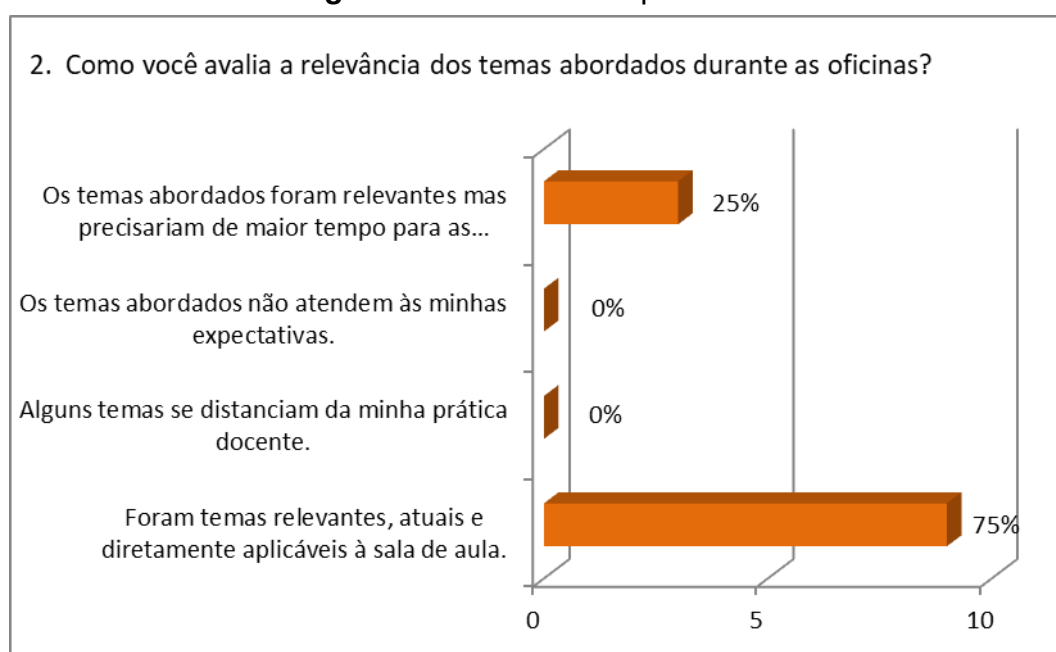
Sob a perspectiva teórica de Martins e Couto Junior (2007), as oficinas não se configuram apenas como atividades presenciais, mas como espaços dialógicos nos quais os participantes são reconhecidos como sujeitos sócio-históricos e protagonistas de sua própria experiência. Mesmo aqueles com participação pontual ou limitada contribuem para o processo investigativo, pois a teoria valoriza o indivíduo como agente capaz de criar, intervir e transformar a realidade em que está inserido. Ao interagir com o pesquisador, cada sujeito é convidado a falar e ouvir, estabelecendo diálogos únicos que possibilitam reflexões e a construção coletiva de novos saberes. Geraldi (2013) reforça que essa interação transforma o “mundo da vida” dos participantes em um espaço de encontro de diferentes vozes, gerando interpretações singulares e enriquecendo o processo de pesquisa.

Portanto, a variação na participação não deve ser interpretada apenas como limitação, mas também como expressão da singularidade de cada sujeito,

reforçando a importância de considerar o contexto social, histórico e cultural de cada participante na análise dos resultados. A oficina, nesse sentido, cumpre seu papel metodológico ao valorizar a atuação ativa e reflexiva de todos, ainda que em diferentes níveis de engajamento.

Em se tratando da segunda questão apresentada na Figura 26, 75% (9 participantes) indicaram que os temas abordados foram importantes, atuais e que poderiam ser aplicados em sala de aula; apenas 25% (3 participantes) falou sobre a relevância do tema, mas que precisaria de maior tempo para as...

Figura 26 – Gráfico da questão 2



Fonte: Autora (2025).

Segundo Marcondes et al. (2007), a abordagem do tema não deve ser vista apenas como um pretexto para introduzir conteúdos ou como uma simples forma de apresentar informações sobre processos produtivos, avanços tecnológicos ou usos que a sociedade faz deles. Ela precisa ir além, trazendo dados, informações e conceitos que permitam compreender a realidade, avaliar situações, buscar soluções e propor formas de intervir de maneira construtiva na sociedade.

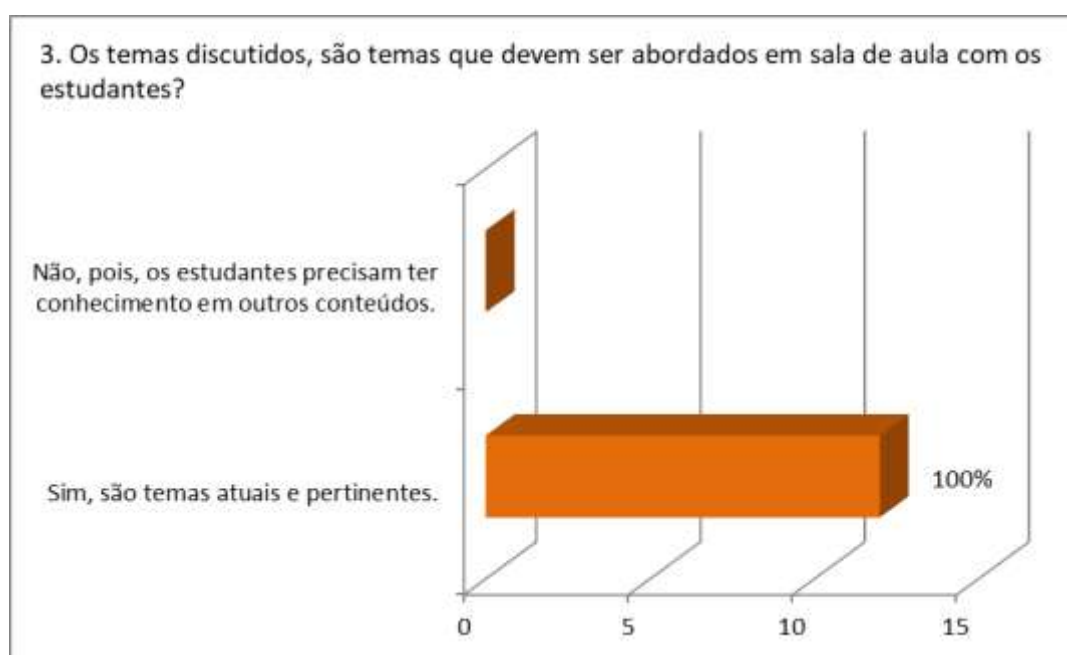
Dessa forma, verifica-se que os dados apresentados na Figura 26 demonstram que a maioria dos participantes (75%) reconheceu os temas trabalhados como importantes, atuais e aplicáveis ao contexto escolar, o que revela abertura para práticas pedagógicas que dialogam com a realidade dos estudantes.

Esse entendimento está alinhado à perspectiva de Marcondes et al. (2007), que defendem que a abordagem de um tema não deve se limitar à transmissão de informações ou à introdução de conteúdos de forma superficial. Pelo contrário, deve oferecer elementos que permitam ao aluno compreender fenômenos, analisar situações concretas e desenvolver ferramentas para atuar de maneira crítica e transformadora na sociedade.

Nesse sentido, o fato de 25% dos participantes apontarem que o tema é relevante, mas que exigiria mais tempo de discussão, torna-se um indicativo importante. Essa necessidade reforça que, para cumprir a função formativa proposta por Marcondes et al. (2007), é essencial garantir tempo e espaço para aprofundamento, diálogo e reflexão coletiva. Assim, os dados coletados evidenciam que, embora a recepção tenha sido positiva, a consolidação de aprendizagens mais complexas depende de processos continuados, capazes de promover maior compreensão do fenômeno estudado e de fortalecer a capacidade crítica dos educandos.

A Figura 27 apresenta a avaliação dos participantes sobre a atualidade e a pertinência dos temas para discussão em sala de aula. Todos os respondentes, 100% (12 participantes), afirmaram que os temas são adequados, ressaltando sua importância e destacando o potencial de utilização durante as aulas com as turmas.

Figura 27 – Gráfico da questão 3



Fonte: Autora (2025).

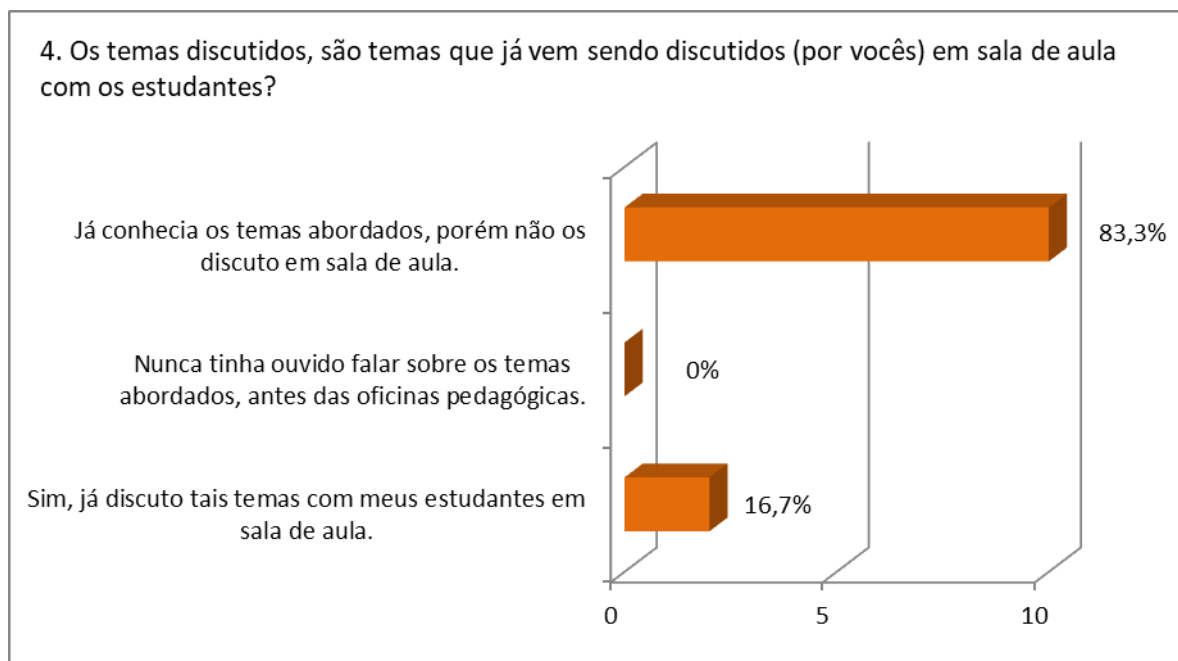
De acordo com Marcondes et al. (2007), a escolha dos temas deve possibilitar o estudo da realidade de forma que o indivíduo perceba a relevância da temática tanto para si quanto para o grupo social ao qual pertence. Conforme esclarecem os supracitados autores, é dessa forma que o aprendizado ganha sentido, pois se conecta a vivência do aluno, que já carrega consigo saberes e experiências capazes de enriquecer a análise das situações apresentadas.

Os resultados apresentados na Figura 27, nos quais 100% dos participantes consideraram os temas atuais, pertinentes e adequados para discussão em sala de aula, revelam um consenso significativo sobre a relevância das abordagens propostas. Esse dado demonstra que os conteúdos trabalhados dialogam diretamente com as necessidades e interesses dos educadores, reforçando seu potencial para enriquecer as práticas pedagógicas. Tal percepção está em consonância com Marcondes et al. (2007), ao afirmarem que a escolha de temas deve possibilitar o estudo da realidade de modo que o indivíduo reconheça sua importância tanto em nível pessoal quanto coletivo. Quando o tema se aproxima da vivência dos sujeitos, o aprendizado se torna mais significativo e engajador.

Além disso, o entendimento unânime dos participantes indica que os temas abordados possuem capacidade de mobilizar saberes prévios e experiências já consolidadas pelos educandos, conforme defendem os autores. Isso sugere que os professores identificaram nas temáticas trabalhadas um potencial efetivo para promover reflexão crítica e conexões com o cotidiano, elementos essenciais para uma aprendizagem contextualizada.

Dessa forma, os dados coletados evidenciam que a proposta das oficinas pedagógicas não apenas se mostrou pertinente, mas também contribuiu para fortalecer a compreensão do fenômeno estudado, ao permitir que os participantes reconhecessem o valor da articulação entre conhecimento científico, realidade social e experiências individuais.

A Figura 28 apresentou um percentual de 16,7% (2 participantes) indicando que já discutia as temáticas abordadas pelas oficinas em suas aulas e 83,3% (10 participantes) indicando que conheciam os temas abordados nas oficinas, porém não discutia sobre eles na sala de aula.

Figura 28 – Gráfico da questão 4

Fonte: Autora (2025).

As oficinas temáticas mostraram-se como um recurso eficaz para divulgar conhecimentos científicos e estimular reflexões sobre atitudes e comportamentos que favoreçam o meio ambiente. Ao estabelecer conexões entre saberes da ciência e questões sociais, ambientais, econômicas e de outras naturezas, elas contribuem para a formação de uma visão mais ampla e integrada do mundo. Além disso, manifestaram o seu potencial em criar oportunidades para que “as aprendizagens se tornem úteis no dia a dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de ação” (Cachapuz et al., 2000, p. 73).

O ensino contextualizado, na abordagem adotada pelas oficinas, demonstrou ser um forte motivador para a aprendizagem. As atividades despertaram o interesse dos participantes favorecendo o desenvolvimento do raciocínio, por meio da relação entre os conceitos apresentados e aqueles já conhecidos ou vivenciados no cotidiano e na natureza.

Os dados da Figura 28 revelam que apenas 16,7% dos participantes já discutiam os temas abordados pelas oficinas em sala de aula, enquanto a maioria, 83,3%, conhecia os conteúdos, mas não os incluía em suas práticas pedagógicas. Esse cenário evidencia a relevância das oficinas como espaço de difusão científica e incentivo à reflexão crítica, proporcionando aos educadores o acesso a conhecimentos que podem ser articulados com diferentes dimensões da realidade,

como aspectos sociais, ambientais e econômicos. Conforme apontam Cachapuz et al. (2000), a aprendizagem ganha maior significado quando ultrapassa uma abordagem puramente instrumental, promovendo ações concretas e transformadoras no cotidiano dos indivíduos.

Nesse contexto, a proposta das oficinas mostrou-se eficaz ao motivar a aprendizagem por meio do ensino contextualizado, conectando os conceitos científicos com experiências prévias e vivências cotidianas dos participantes. Essa articulação favorece o desenvolvimento do raciocínio crítico, permitindo que os educadores percebam a aplicabilidade dos conteúdos em sala de aula e compreendam melhor a complexidade das questões abordadas.

Assim, os dados coletados indicam que as oficinas não apenas ampliam o conhecimento dos participantes, mas também, estimulam uma compreensão integrada do mundo, fortalecendo a capacidade de refletir e intervir de forma consciente e responsável nas diferentes esferas da realidade.

A Figura 29 indicou que 25% (3 participantes) se mostraram muito mais confiantes e motivados para trabalhar o conteúdo com os alunos, outros 25% (3 participantes) indicaram que ainda sentem receio de abordar o tema, embora tenham aprendido com as discussões e, 75% (6 participantes) se sente muito mais seguro, mais ainda sente necessidade de aprofundamento para ensinar Astronomia, mesmo após ter participado das oficinas.

Figura 29 – Gráfico da questão 5



Fonte: Autora (2025).

Com base nestes dados, é possível afirmar que as oficinas têm o potencial de romper com o modelo tradicional de ensino baseado apenas na transmissão e recepção de informações, dando mais significado ao aprendizado e despertando o interesse pela Ciência, especialmente pela Astronomia.

Como destaca Teixeira (2003), é fundamental substituir métodos e abordagens ultrapassadas, nas quais as aulas se limitam à exposição de conteúdo e à memorização, por estratégias mais instigantes, que aproximem o conhecimento científico da realidade dos estudantes.

Isso significa considerar seu contexto social e cultural, além de aproveitar a variedade de recursos pedagógicos e tecnológicos disponíveis (Teixeira, 2003), características que as oficinas conseguem integrar de forma efetiva.

Os dados apresentados na Figura 29 revelam que, embora 25% dos participantes se sintam muito mais confiantes e motivados para trabalhar os conteúdos de Astronomia com os alunos, uma parcela equivalente ainda demonstra receio, e 75% reconhecem a necessidade de aprofundamento, mesmo após as oficinas. Esse panorama indica que as oficinas atuam como catalisadoras de mudanças no processo de ensino, promovendo maior engajamento e despertando interesse pela Ciência, mas também evidenciam que a consolidação da confiança pedagógica exige continuidade e aprofundamento.

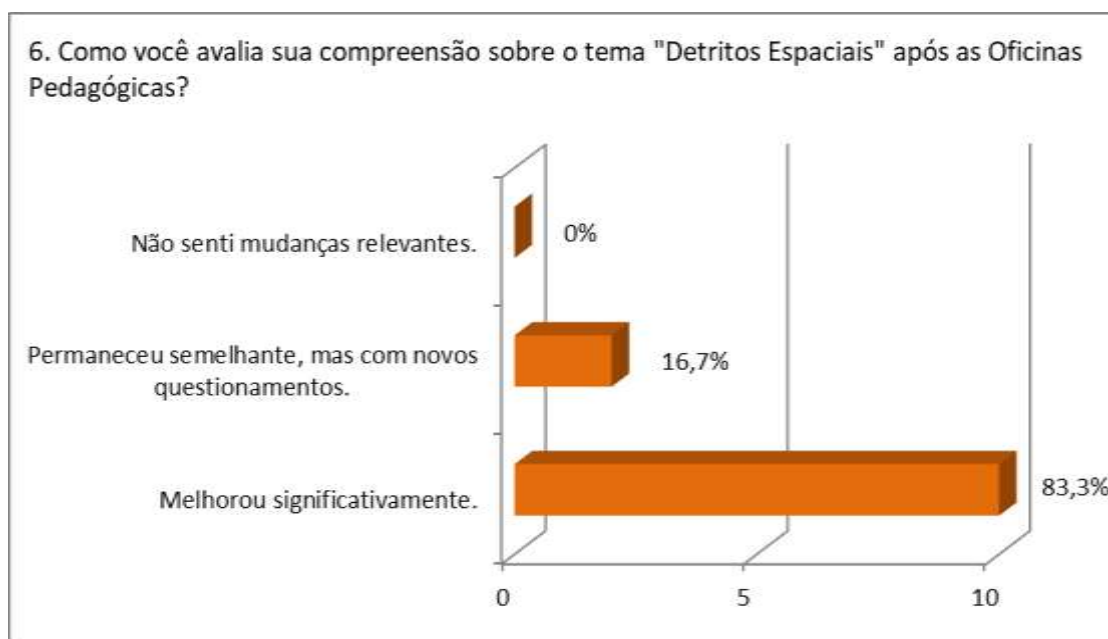
Tal constatação está alinhada à perspectiva de Teixeira (2003), que enfatiza a importância de superar métodos tradicionais, centrados apenas na transmissão e memorização de informações, em favor de abordagens mais interativas e contextualizadas.

Nesse sentido, a proposta das oficinas mostra-se eficaz ao integrar recursos pedagógicos diversificados e ao aproximar o conhecimento científico da realidade social e cultural dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem significativa. Ao articular conceitos astronômicos com experiências prévias e contextos concretos, os participantes conseguem perceber não apenas a relevância do conteúdo, mas também formas de torná-lo aplicável em sala de aula.

Assim, os dados coletados evidenciam que, mesmo diante da necessidade de aprofundamento, as oficinas representam uma estratégia potente para transformar a prática docente, estimulando reflexão crítica, criatividade e maior interesse dos alunos pela Ciência.

Considerando a Figura 30, que aborda sobre o entendimento dos participantes sobre os detritos espaciais após as oficinas pedagógicas, 16,7% (2 participantes) indicou que o entendimento deles permaneceu semelhante ao anterior, mas com novos questionamentos e 83,3% (10 participantes) informaram que melhoraram significativamente.

Figura 30 – Gráfico da questão 6



Fonte: Autora (2025).

As oficinas pedagógicas, aliadas a uma variedade de recursos didáticos, oferecem uma proposta de ensino mais dinâmica e interativa, estimulando uma participação ativa dos participantes no processo de aprendizagem. Essa abordagem torna o aprendizado mais envolvente, significativo e conectado à realidade dos envolvidos, criando experiências que realmente fazem sentido em seu contexto de vida.

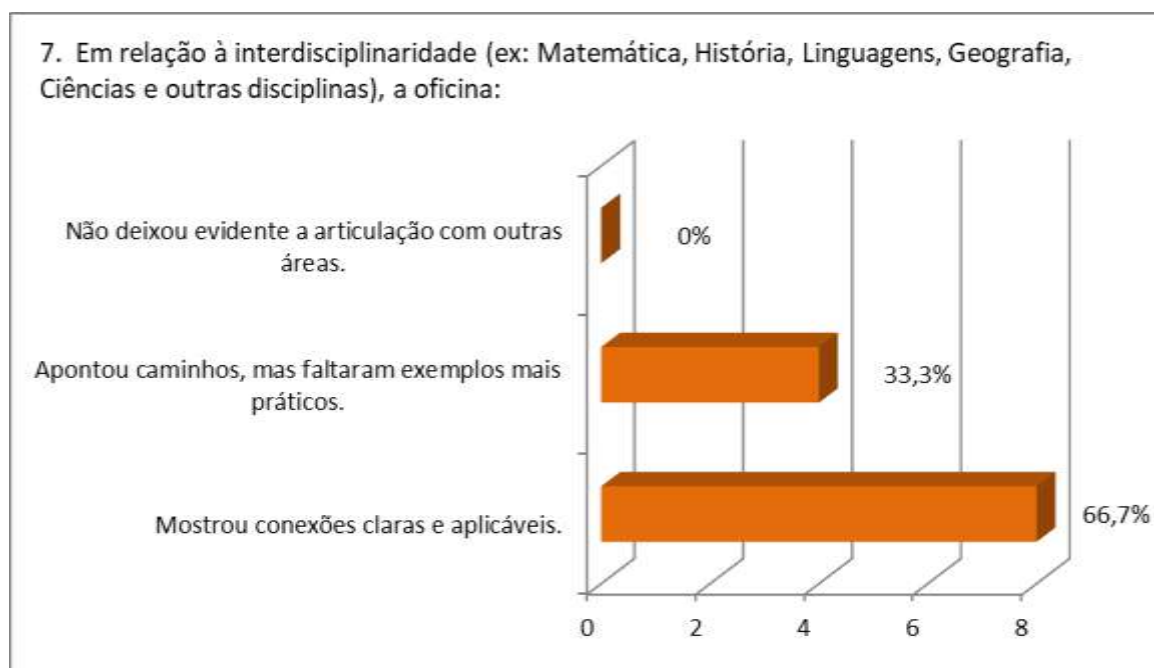
“[...] as oficinas pedagógicas servem de meio tanto para a formação contínua do(a) educador(a) escolar quanto para a construção criativa e coletiva do conhecimento por alunos e alunas, professores e professoras que trabalham na escola pública. Essa metodologia é pensada com o olhar voltado para a formação desses(as) profissionais de ensino, no contexto de um modelo epistemológico que supõe o conhecimento como um processo (cri)ativo de apropriação e transformação da realidade.” (Moita; Andrade, 2006, p. 01-02)

A citação de Moita e Andrade (2006) destaca que as oficinas pedagógicas constituem um espaço privilegiado de criação coletiva, no qual educadores e participantes atuam ativamente na construção do conhecimento por meio de um processo contínuo, reflexivo e transformador. Nessa perspectiva, o saber não é transmitido de forma mecânica, mas construído de maneira crítica e situada, permitindo que os sujeitos se apropriem dos conteúdos enquanto reinterpretem sua própria realidade. Essa visão reforça a ideia de que aprendizagens significativas emergem quando há interação, diálogo e participação efetiva, elementos que estruturam a metodologia das oficinas.

Os dados da Figura 30 evidenciam como essa dinâmica se materializou no contexto desta pesquisa: 83,3% dos participantes afirmaram ter melhorado significativamente sua compreensão sobre os detritos espaciais, e os outros 16,7% relataram manter entendimento semelhante ao inicial, porém acompanhado de novos questionamentos, o que também representa avanço conceitual. Esses resultados demonstram que a abordagem das oficinas, ao estimular uma aprendizagem ativa e conectada ao contexto dos envolvidos, favorece tanto a ampliação do conhecimento, quanto o surgimento de novas curiosidades e reflexões. Assim, confirma-se que a metodologia adotada contribui para uma compreensão mais profunda do fenômeno estudado, alinhando-se diretamente ao princípio de que o conhecimento é um processo criativo e transformador, como defendem Moita e Andrade.

Além disso, por meio das oficinas e dinâmicas, foi possível apresentar aos educadores diferentes metodologias de ensino, demonstrando que, muitas vezes, é possível tornar uma aula mais atrativa com recursos simples, mas bem planejados e criativos.

A Figura 31 apresentou as informações relacionadas à interdisciplinaridade, 66,7% (8 participantes) responderam que a oficina apresentou conexões interdisciplinares claras e aplicáveis e, 33,3% (4 participantes) responderam que a interdisciplinaridade apresentou caminhos, mas ainda faltaram exemplos mais práticos.

Figura 31 – Gráfico da questão 7

Fonte: Autora (2025).

A oficina pedagógica, ao utilizar diferentes áreas do conhecimento como método de ensino, reforça a ideia de que a interdisciplinaridade transforma a forma de pensar e agir das pessoas, ampliando sua capacidade de perceber e compreender o mundo.

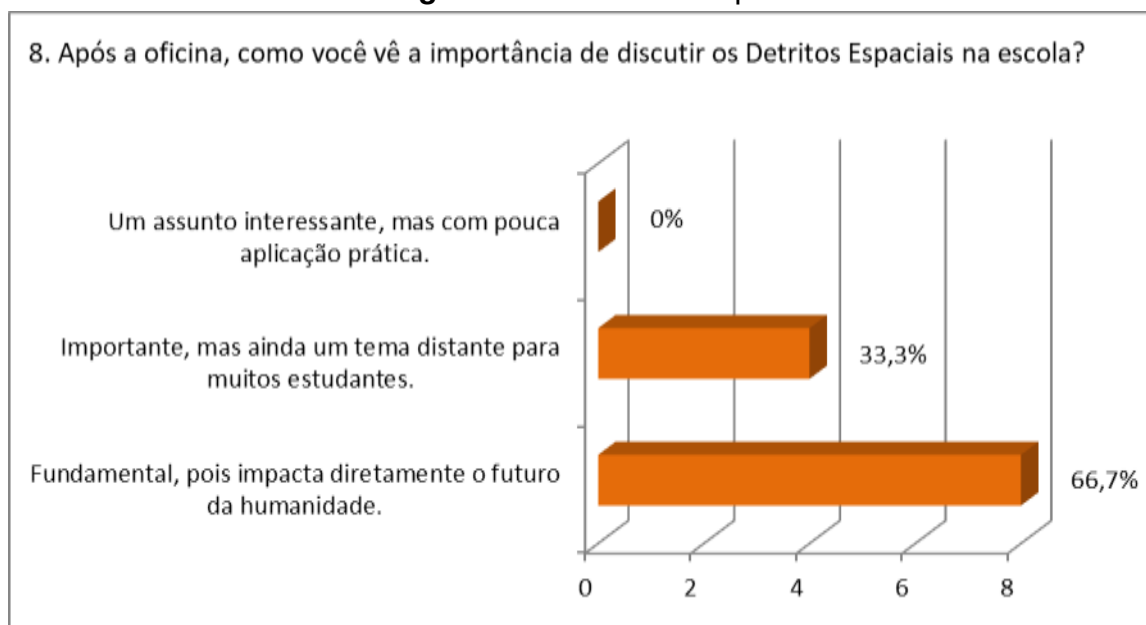
Os dados da Figura 31 indicam que a maioria dos participantes (66,7%) percebeu na oficina conexões interdisciplinares claras e aplicáveis, enquanto 33,3% apontaram a necessidade de exemplos mais práticos para consolidar essas relações. Essa percepção evidencia que a abordagem interdisciplinar das oficinas contribui significativamente para a aprendizagem, ao articular conteúdos de diferentes áreas do conhecimento e mostrar sua relevância para a compreensão de fenômenos complexos. Ao integrar saberes diversos, a oficina não apenas transmite informações, mas também estimula os participantes a pensar de forma crítica e sistêmica, reconhecendo interdependências entre conceitos e práticas de diferentes campos.

Nesse contexto, a interdisciplinaridade presente nas oficinas revela seu potencial de transformar a maneira como os participantes percebem e interpretam o mundo, ampliando suas capacidades cognitivas e práticas. Mesmo aqueles que sentiram falta de exemplos mais concretos já identificaram caminhos para aplicar essa abordagem em sala de aula, demonstrando que o ensino baseado em múltiplas

áreas do conhecimento pode ser um potente motivador da aprendizagem significativa. Assim, os dados coletados reforçam que a interdisciplinaridade não apenas enriquece o conteúdo pedagógico, mas também fortalece a habilidade dos educadores de promover reflexões mais amplas, conectando teoria, prática e contexto social.

A Figura 32 indica que 66,7% (8 participantes) responderam que discutir sobre os detritos espaciais foi fundamental, pois essa temática impacta diretamente no futuro da humanidade e, 33,3% (4 participantes) responderam que é um tema importante, embora enxergue essa temática distante da realidade de muitos estudantes.

Figura 32 – Gráfico da questão 8



Fonte: Autora (2025).

Desde o ano de 2018, a BNCC define, em nível nacional, os conhecimentos essenciais da Educação Básica, organizados por competências, habilidades e unidades temáticas, inserindo a Astronomia no componente Ciências da Natureza e suas Tecnologias, nas unidades Terra e Universo do Ensino Fundamental II e, Vida, Terra e Cosmos, para o Ensino Médio, estando presente em todas as etapas da Educação Básica (Brasil, 2018).

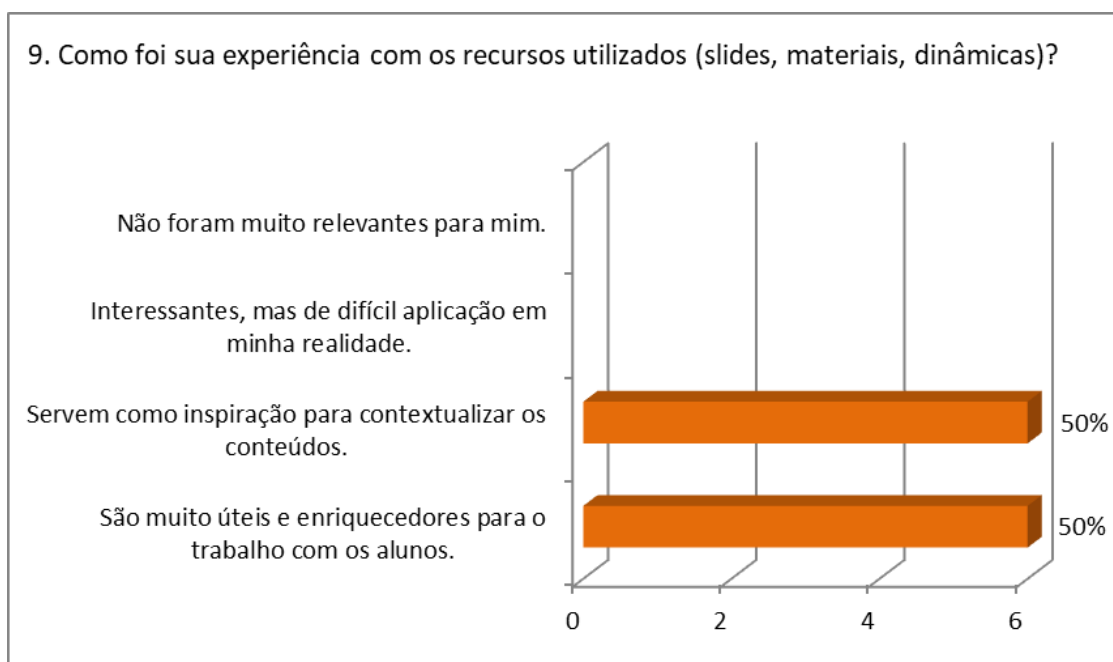
Com a implementação dos PCN e, posteriormente, com a da BNCC, a presença da Astronomia no currículo foi fortalecida. Entretanto, apesar da política educacional ter sido estruturada para ampliar seu alcance, a realidade escolar ainda

está distante das expectativas, indicando a necessidade de avanços para que seja plenamente contemplada nas práticas pedagógicas.

Os dados da Figura 32 indicam que a maioria dos participantes (66,7%) considerou fundamental discutir os detritos espaciais, reconhecendo a relevância do tema para o futuro da humanidade, enquanto 33,3% o enxergaram como importante, porém distante da realidade de muitos estudantes. Essa percepção evidencia que, embora o conteúdo seja reconhecido como significativo do ponto de vista científico e social, sua apropriação em sala de aula ainda enfrenta desafios práticos. A valorização do tema pelos participantes sugere que, quando contextualizado e relacionado com questões contemporâneas, como o impacto ambiental e tecnológico, o estudo da Astronomia pode despertar interesse e engajamento, tornando-se um elemento relevante para a formação científica crítica dos alunos.

Nesse contexto, a inclusão da Astronomia na BNCC, como componente das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, reforça sua importância na Educação Básica (Brasil, 2018). No entanto, os dados apontam que, apesar das diretrizes curriculares estruturarem o ensino de forma a contemplar essa temática, sua implementação ainda encontra lacunas na prática pedagógica cotidiana. Assim, as oficinas pedagógicas mostram-se estratégias essenciais para aproximar conteúdos curriculares da realidade escolar, fornecendo recursos e abordagens que permitem aos professores incorporar a Astronomia de forma significativa, fortalecendo o aprendizado e promovendo a compreensão crítica de fenômenos que impactam a sociedade e o planeta.

A Figura 33 aborda sobre os recursos utilizados durante as oficinas. 50% (6 participantes) responderam que foram bastante úteis e enriquecedores para o trabalho a ser desenvolvido com os alunos e, os outros 50% (6 participantes) responderam que estes recursos servirão de inspiração para a contextualização dos conteúdos.

Figura 33 – Gráfico da questão 9

Fonte: Autora (2025).

Arriada e Valle (2012) destacam que as oficinas pedagógicas são um exemplo de atividade que une teoria e prática, permitindo que o aprendizado aconteça de forma mais significativa. Para os autores, o conhecimento se constrói a partir da vivência e da experiência e, a utilização de recursos fortalece o processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, as oficinas pedagógicas oferecem aos alunos a oportunidade de vivenciar situações do dia a dia, transformando essas experiências em conhecimento e favorecendo o desenvolvimento de novas aprendizagens.

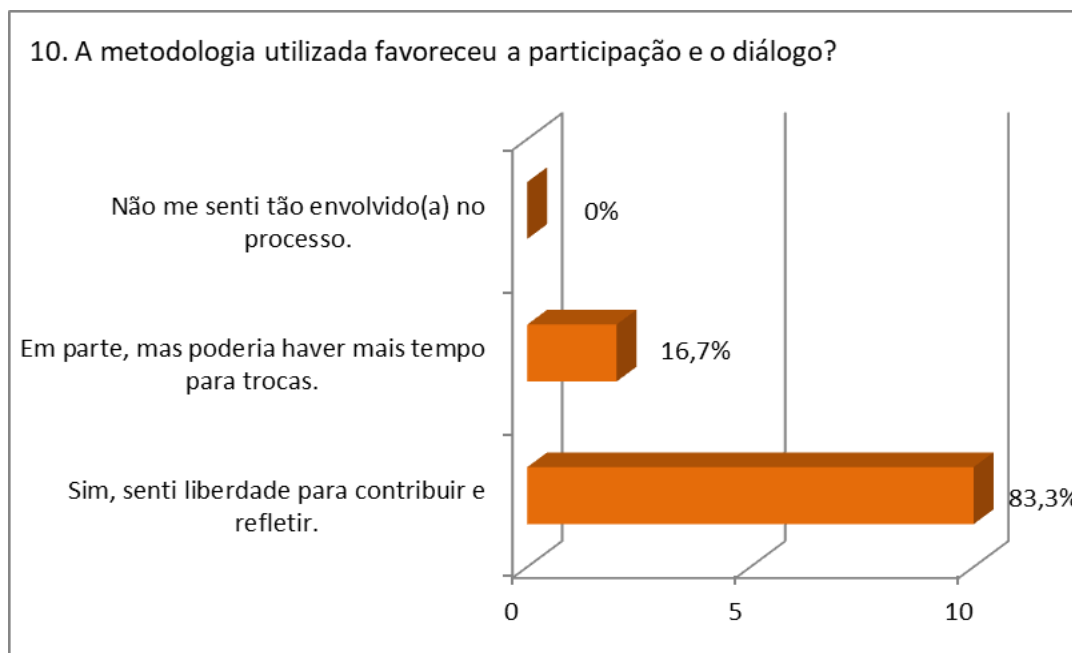
Os dados da Figura 33 indicam que metade dos participantes (50%) considerou os recursos utilizados durante as oficinas bastante úteis e enriquecedores para o trabalho com os alunos, enquanto a outra metade os percebeu como fonte de inspiração para contextualizar os conteúdos.

Esses resultados evidenciam a relevância dos materiais e estratégias adotadas nas oficinas para apoiar o ensino, permitindo que os professores estabeleçam conexões entre teoria e prática, conforme destacado por Arriada e Valle (2012). A percepção de utilidade e inspiração sugere que os recursos não apenas auxiliam na transmissão de conhecimento, mas também incentivam a criatividade e a adaptação das atividades ao contexto real de sala de aula.

Nesse sentido, as oficinas pedagógicas demonstram seu potencial de tornar o aprendizado mais significativo, ao proporcionar experiências que se conectam ao cotidiano dos alunos e transformá-las em conhecimento aplicável. Ao vivenciar situações práticas, os participantes podem construir saberes de forma ativa, fortalecendo a compreensão dos conteúdos e estimulando novas aprendizagens. Assim, os dados coletados reforçam a ideia de que os recursos didáticos desempenham papel central no processo formativo, servindo tanto para consolidar conhecimentos, quanto para inspirar práticas pedagógicas mais contextualizadas e integradas à realidade dos estudantes.

A Figura 34 abordou sobre a metodologia utilizada e se esta favoreceu as interações entre os participantes da oficina. Segundo os respondentes 83,3% (10 participantes) disseram que sim, indicando que se sentiram livres para contribuir e refletir, interagindo durante todos os momentos das oficinas e somente 16,7% (2 participantes) informou que se sentiu livre em parte, explicando que deveria ter tido mais tempo para troca e interação entre os participantes durante as oficinas.

Figura 34 – Gráfico da questão 10



Fonte: Autora (2025).

As oficinas pedagógicas representam uma forma de aproximar a teoria da prática, tornando o aprendizado mais vivo e relevante. Considerando que o saber nasce da vivência e das experiências, apoiado por recursos que enriquecem o

processo de ensinar e aprender, assim, as oficinas permitem que os seus participantes experimentem, na prática, situações semelhantes às do cotidiano, transformando essas vivências em conhecimento e impulsionando a construção de novas aprendizagens.

A oficina pedagógica é importante estratégia metodológica por proporcionar o desenvolvimento de uma ação didática ordenada pela interação entre teoria e prática, ou seja, a oficina proporciona aos participantes "situações concretas e significativas, baseada no tripé: sentir-pensar-agir, com objetivos pedagógicos (Arriada; Valle, 2012, p. 4).

As oficinas pedagógicas têm como propósito incentivar os participantes a se envolverem ativamente na construção do conhecimento, deixando de lado o papel passivo de apenas observar para se tornarem protagonistas do próprio aprendizado. Dessa forma, favorecem uma conexão mais rica entre reflexão, teoria e prática, tornando o processo de aprender mais dinâmico e significativo.

Os dados da Figura 34 indicam que a grande maioria dos participantes (83,3%) percebeu que a metodologia adotada nas oficinas favoreceu a interação, permitindo que se sentissem livres para contribuir, refletir e trocar experiências durante todos os momentos.

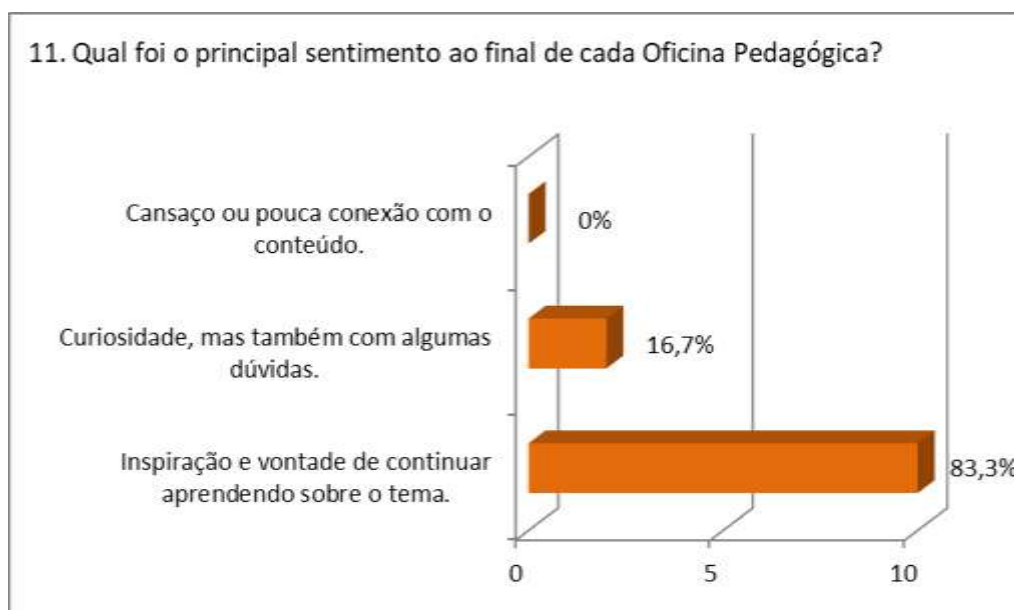
Apenas 16,7% apontaram que a interação poderia ter sido maior, sugerindo a necessidade de ampliar o tempo destinado à troca entre os participantes. Esses resultados evidenciam que a metodologia das oficinas, baseada na vivência e na experiência prática, cumpre seu papel de aproximar teoria e prática, tornando o aprendizado mais significativo e dinâmico, conforme destacado por Arriada e Valle (2012).

Nesse contexto, as oficinas pedagógicas se configuram como uma estratégia metodológica capaz de transformar os participantes em protagonistas do próprio aprendizado, estimulando o desenvolvimento de saberes a partir da prática e da reflexão, ao proporcionar situações concretas e significativas, estruturadas pelo tripé sentir-pensar-agir, as oficinas promovem a construção de novas aprendizagens e incentivam a articulação entre conhecimento teórico e experiências vivenciadas.

Dessa forma, os dados coletados reforçam que a metodologia adotada contribui para uma aprendizagem ativa e colaborativa, fortalecendo a compreensão dos conteúdos e estimulando o engajamento dos participantes na aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

A Figura 35 questionou sobre o principal sentimento ao finalizar as oficinas pedagógicas. Sendo respondido por 83,3% (10 participantes) que se sentiam inspirados e com vontade de continuar aprendendo mais sobre o tema, enquanto apenas 16,7% (2 participantes) respondeu que se sentiu curioso, mas que ainda possuía algumas dúvidas.

Figura 35 – Gráfico da questão 11



Fonte: Autora (2025).

As oficinas pedagógicas buscaram envolver os participantes de forma ativa na construção do conhecimento, para que deixassem de ser apenas observadores e passassem a atuar como protagonistas do próprio aprendizado.

Essa participação ativa criou um espaço em que reflexão, teoria e prática se encontraram, tornando o processo de aprender mais interativo, dinâmico e cheio de significado.

Ficou evidente que, à medida que as atividades eram propostas, surgiam momentos de conexão entre os participantes e as experiências vivenciadas.

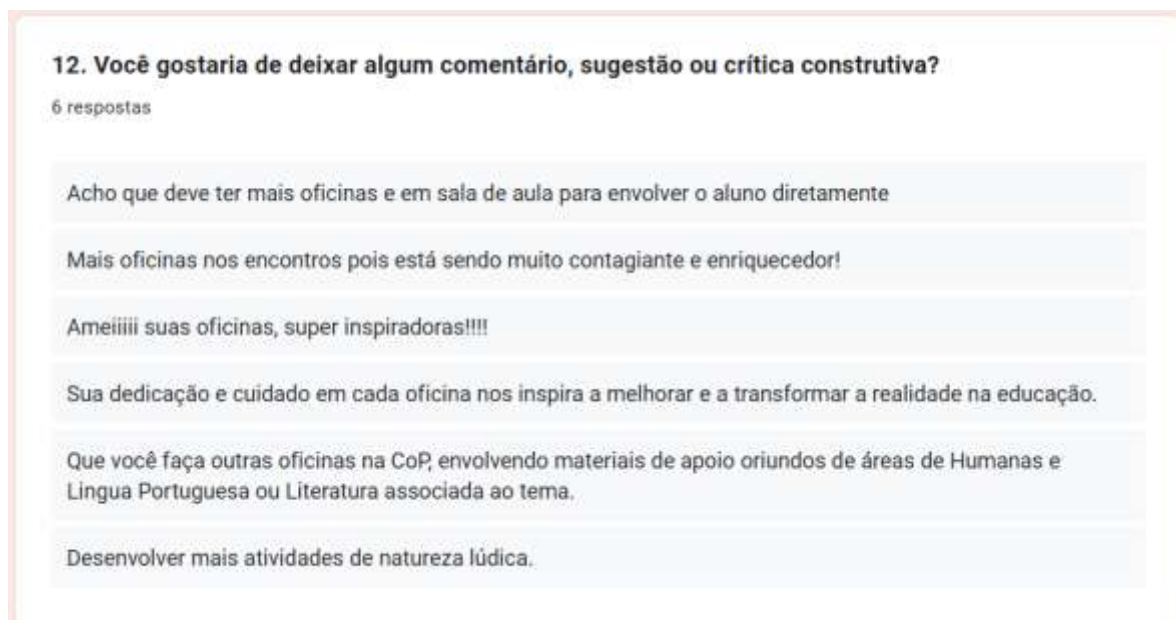
Os dados da Figura 35 indicam que a maioria dos participantes (83,3%) se sentiu inspirada e motivada a continuar aprendendo após as oficinas, enquanto 16,7% manifestaram curiosidade, mas ainda com algumas dúvidas. Esses resultados evidenciam que a proposta das oficinas conseguiu despertar interesse genuíno pelo tema, fortalecendo a motivação intrínseca dos educadores para aprofundar conhecimentos. A experiência de participação ativa, na qual os

participantes deixam de ser apenas observadores e passam a se envolver diretamente no processo de aprendizagem, mostra-se determinante para gerar engajamento e entusiasmo, reforçando a relevância da abordagem adotada.

Nesse sentido, as oficinas pedagógicas se destacam por criar um espaço de interação em que teoria, prática e reflexão se articulam de maneira dinâmica e significativa. A conexão entre os conteúdos trabalhados e as experiências vivenciadas pelos participantes favoreceu o surgimento de momentos de aprendizagem contextualizada, permitindo que o conhecimento fosse apropriado de forma ativa e crítica. Assim, os dados coletados indicam que a metodologia aplicada não apenas ampliou o entendimento dos temas abordados, mas também estimulou um envolvimento mais profundo, promovendo a construção de saberes que podem ser aplicados no cotidiano escolar e incentivando a continuidade do processo formativo.

Por fim, a Figura 36 apresenta os 50% e 6 comentários dos respondentes dos questionários, indicando satisfação de todos os envolvidos durante na participação das oficinas.

Figura 36 – Gráfico da questão 12



Fonte: Autora (2025).

Assim, com base nos depoimentos dos participantes durante as oficinas e no momento de seu encerramento, percebe-se que os resultados alcançados foram bastante significativos.

A escolha de trabalhar com a temática dos detritos espaciais e a sustentabilidade no espaço possibilitou que os participantes vivenciassem situações relevantes e diretamente relacionadas às propostas apresentadas.

Nesse contexto, todas as oficinas contribuíram para a construção do conhecimento de forma ativa e reflexiva, evidenciando que a Astronomia possui uma forte ligação com a interdisciplinaridade e se integra de maneira harmoniosa a diversos componentes curriculares do Ensino Fundamental e da Educação Básica.

As oficinas abordaram diferentes aspectos do ambiente espacial, unindo teoria e prática para estimular a reflexão e o aprendizado. Foi sugerida, ao final das oficinas, uma proposta de plano de ação para o desenvolvimento dessas atividades.

Na primeira, **Ambiente Espacial em Torno da Terra**, os participantes simularam uma tempestade solar com balões, ímã e papel picado, além de escreverem textos imaginando o que encontrariam no espaço. A segunda, **Satélites Artificiais e Detritos Espaciais com a Construção de uma Vela Solar**, foi proposto a criação de uma vela solar usando materiais simples como tubos de papelão, palitos de picolé, fita adesiva, borracha, papel alumínio e canudos. Já, a terceira, **Mitigação dos Detritos Espaciais**, promoveu discussões entre professores sobre estratégias pedagógicas para trabalhar o tema do lixo espacial em sala de aula. Na quarta, **Segurança e Sustentabilidade do Ambiente Espacial**, foram sugeridas atividades como produção de maquetes, debates e simulações de assembleias da ONU para conscientizar sobre a preservação, a segurança e a sustentabilidade do espaço. Por fim, a quinta oficina, **Direito Espacial Internacional**, apresentou as principais leis que regem a exploração espacial, destacando o espaço como patrimônio comum da humanidade, propondo debates sobre questões como a mineração da Lua e o uso militar de satélites, além de discutir sobre a importância da revisão dos documentos para serem adequadas a evolução tecnologia e corrida espacial da atualidade.

Por fim, como resultado desta pesquisa, em especial, da pesquisa de campo, foi produzido um produto educacional (Alves; Carvalho, 2025) direcionado aos professores como material de apoio para contribuir com a sua prática docente no

sentido de sugerir oficinas pedagógicas que podem ajudar no ensino de tópicos relacionados à Astronomia na Educação Básica.

5 CONCLUSÕES

A temática dos detritos espaciais (lixo espacial) foi considerada como uma estratégia motivadora para o ensino de Astronomia integrada às disciplinas da educação básica. Foram produzidos materiais didáticos envolvendo a temática dos detritos espaciais para fins de mediação do processo de ensino e aprendizagem de Astronomia com enfoque na sustentabilidade do ambiente espacial para serem aplicados durante as aulas pelos professores com os estudantes da Educação Básica.

A revisão da literatura permitiu compreender sobre a questão dos detritos espaciais e como estes tendem a se tornar cada vez mais relevante com o passar do tempo, a ponto de entrar na lista dos grandes desafios ambientais que a humanidade precisará enfrentar. Tem-se, assim, um problema ambiental que ultrapassa os limites do planeta e ameaça diretamente o futuro da navegação espacial, o que, ironicamente, surgiu como consequência do próprio avanço dessa forma de exploração.

Desenvolvemos cinco oficinas para professores da educação básica, buscando fornecer recursos e materiais que auxiliem no ensino da temática dos detritos espaciais. As oficinas cumpriram seus objetivos, ao promoverem reflexões e discussões sobre a sustentabilidade, enriquecendo os conhecimentos dos participantes e estimulando a adoção de atitudes mais conscientes e sustentáveis em relação ao planeta.

As oficinas evidenciaram o potencial do estudo sobre detritos espaciais como tema inovador e crítico para o ensino de Astronomia na Educação Básica. A primeira oficina ampliou a compreensão dos professores sobre o espaço próximo à Terra, marcado pela presença crescente de resíduos orbitais, enquanto a segunda integrou conceitos de satélites e lixo espacial por meio da construção de um protótipo de vela solar, promovendo engajamento e reflexão sobre os limites da exploração tecnológica. A terceira oficina avançou para a discussão de estratégias de mitigação dos detritos espaciais, destacando tanto soluções tecnológicas, quanto o papel da educação na formação de uma consciência planetária.

Na quarta oficina, a discussão se aprofundou nos desafios da segurança e da sustentabilidade no ambiente espacial, tratando da preservação do espaço como patrimônio comum da humanidade. A atividade prática envolveu a produção coletiva

de propostas pedagógicas, com grupos simulando uma assembleia da ONU e elaborando campanhas escolares sobre detritos espaciais. Essas atividades permitiram que os professores pensassem em formas de trabalhar o tema com seus alunos, aproximando questões globais do cotidiano escolar.

Por fim, a quinta oficina abordou o Direito Espacial Internacional, em especial o Tratado do Espaço Exterior e o Acordo da Lua, enfatizando princípios como o uso pacífico do espaço, a proibição de apropriação de corpos celestes e o compartilhamento de benefícios em prol da humanidade. A atividade prática novamente simulou uma assembleia da ONU, reforçando a importância da cooperação internacional para a paz e sustentabilidade no uso do espaço sideral. Assim, o conjunto das oficinas demonstrou que a temática dos detritos espaciais pode articular ciência, tecnologia e cidadania, fortalecendo a prática pedagógica em Astronomia sob uma perspectiva crítica e sustentável. E se mostrou como uma abordagem interessante para ser trabalhada, em especial, na área de ciências humanas.

Cada oficina foi vivenciada como uma oportunidade de diálogo, criação e troca de experiências entre os docentes. A intencionalidade de cada encontro esteve voltada não apenas à compreensão conceitual do tema, mas também à elaboração de propostas pedagógicas capazes de sensibilizar os professores, tornando-os agentes ativos na defesa do planeta e do espaço que o envolve. Essa abordagem metodológica mostrou-se eficaz para alcançar os objetivos propostos e evidenciou o potencial formativo da abordagem dos detritos espaciais no ensino de Astronomia na Educação Básica.

Dessa experiência coletiva e reflexiva culminou na produção do produto educacional desta pesquisa: o “Guia Didático: Oficinas que Conversam sobre a Temática dos Detritos Espaciais”, elaborado de forma gradual e estruturada, explorando a problemática sob diferentes dimensões – científica, ambiental, tecnológica e jurídica – ao longo das oficinas realizadas.

O Guia Didático abre perspectivas futuras importantes, entre elas, destaca-se a possibilidade de ampliar as oficinas para diferentes níveis de ensino, incorporar tecnologias digitais como simulações e realidade aumentada, e investir na formação de professores para que possam aplicar a temática em suas práticas de forma interdisciplinar.

Por fim, o incentivo a pesquisas que articulem Astronomia com questões ambientais, sociais, jurídicas e tecnológicas poderá enriquecer ainda mais a experiência educativa, contribuindo para uma educação voltada à cidadania global e à sustentabilidade planetária. Dessa forma, o guia não se limita a um recurso didático, mas configura-se como um ponto de partida para experiências formativas que aproximam os estudantes da ciência e dos grandes desafios da humanidade, fortalecendo a construção de um olhar crítico, consciente e transformador sobre o mundo e o Universo.

Neste sentido, pode-se compreender que a Astronomia se mostra como um campo que dialoga de maneira natural com Ciências Naturais, Física, Matemática e Geografia e Ciências Humanas. Essa abordagem interdisciplinar amplia o potencial do processo de ensino e aprendizagem, pois possibilita a conexão entre saberes e a reflexão sobre desafios atuais, marcados pelas constantes transformações científicas, tecnológicas, ambientais e territoriais da sociedade contemporânea e suas repercussões socioeconômicas.

Além dessa aproximação contribuir para despertar nos estudantes o interesse pela ciência, pode fortalecer sua autonomia, confiança e senso crítico diante do mundo, favorecendo a formação de sujeitos mais conscientes de suas escolhas e de seu papel no Universo.

Nesse contexto, compreender os impactos da presença dos detritos espaciais é fundamental. Mais do que reduzir sua permanência em órbita, é indispensável reforçar normas e legislações no âmbito do direito internacional, garantindo que os países envolvidos atuem de forma responsável, prevenindo riscos e evitando consequências prejudiciais tanto ao ambiente espacial quanto ao terrestre.

A partir da realização deste trabalho, diversas pesquisas futuras podem ser desenvolvidas, especialmente voltadas à ampliação e aprofundamento da abordagem dos detritos espaciais no ensino de Astronomia. Entre essas possibilidades, destacam-se estudos que avaliem a aplicação do “Guia Didático: Oficinas que Conversam sobre a Temática dos Detritos Espaciais” em diferentes contextos escolares e níveis de ensino, investigando como os recursos e estratégias propostas contribuem para o engajamento dos estudantes, a compreensão de conceitos científicos e a articulação de conhecimentos interdisciplinares. Outra linha promissora envolve a utilização de tecnologias digitais, como simulações, realidade

aumentada e laboratórios virtuais, para explorar a problemática dos detritos espaciais de forma interativa e contextualizada.

Além disso, novas questões de pesquisa podem investigar os impactos da formação de professores proporcionada pelas oficinas na prática pedagógica cotidiana. Por exemplo, estudos podem analisar de que forma o guia didático influencia a elaboração de atividades que integrem Astronomia, Ciências Naturais, Matemática, Geografia e Ciências Humanas, promovendo uma aprendizagem significativa e interdisciplinar. Também é possível explorar como os docentes transferem os conteúdos e metodologias abordadas para seus alunos, verificando mudanças no interesse, na curiosidade científica e na consciência ambiental dos estudantes, especialmente em relação à sustentabilidade espacial e planetária.

Por fim, uma questão central que emerge a partir dos resultados alcançados é compreender as contribuições do Guia Didático para a formação continuada de professores da Educação Básica, tanto em termos de conhecimento científico quanto de práticas pedagógicas inovadoras. Pesquisas futuras podem investigar a eficácia do guia em fortalecer a autonomia docente, estimular a reflexão crítica e promover estratégias didáticas que aproximem teoria e prática, consolidando a Astronomia como um campo educativo capaz de desenvolver competências científicas, tecnológicas e cidadãs nos estudantes. Dessa forma, o estudo das oficinas e do guia didático abre caminho para novas investigações que ampliem o alcance e o impacto da educação astronômica na formação integral dos alunos.

REFERÊNCIAS

- AEB. Agência Espacial Brasileira. **Plano Estratégico**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/acesso-a-informacao/planejamento-estrategico/plano-estrategico-da-agencia-espacial-brasileira-2023-2026>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- AFONSO, M. L. M. **Oficinas em dinâmica de grupo**: um método de intervenção psicossocial. Belo Horizonte: Edições do campo social, 2000.
- ALVES, F. M. S. L.; CARVALHO, J. P. S. **Guia Didático**: Oficinas que Conversam sobre a Temática dos Detritos Espaciais. 2025.
- ANDER-EGG, E. **El taller una alternativa para la renovación pedagógica**. Buenos Aires: Magistério, 1991.
- ARRAGA, L. L. El Espacio Ultraterrestre como Patrimonio Común de la Humanidad: un análisis de la regulación internacional. **Cadernos Eletrônicos Direito Internacional sem Fronteiras**, v. 5, n. 1, p. e20230116, 2023. Disponível em: <https://www.cadernoseletronicosdisf.com.br/cedisf/article/view/206>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- ARRIADA, E., VALLE, H. S. Educar para transformar: a prática das oficinas. **Revista Didática Sistemica**, v. 14, n. 1, p. 3-14, 2012.
Site: <https://periodicos.furg.br/redis/article/view/2514>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- BBC. British Broadcasting Corporation. **A chegada de astronautas na Terra após 9 meses 'presos' no espaço**. 2025.
Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c3rn23nw5ego>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 jan. 2023.
- BRASIL. **Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais**. 1972. Disponível em: <https://imagem.camara.gov.br/Imagem/d/pdf/D23SET1972.pdf#page=11>. Acesso em: 6 abr. 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 64.362, de 17 de abril de 1969**. Promulga o Tratado sobre Exploração e Uso do Espaço Cósmico. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d64362.html. Acesso em: 6 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº. 13.709 de 14 de agosto de 2018.** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL. Resolução nº 510/2016. **Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais.** Brasil: Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea).** Brasília: 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília: 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental.** Brasília: 1997.

BRITO, T. P., CELESTINO, C. C., MORAES, R. V. A brief scenario about the 'space pollution' around the Earth. **Journal of Physics. Conference Series (Print)**, v. 465, p. 012020, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260503240_A_brief_scenario_about_the_space_pollution_around_the_Earth. Acesso em: 6 abr. 2025.

BRÜGGEMANN, O. M., PARPINELLI, M. A. Utilizando as abordagens quantitativa e qualitativa na produção do conhecimento. **Rev Esc Enferm USP**, v. 42, n. 3, p. 563-8, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250052122_Utilizando_as_abordagens_quantitativa_e_qualitativa_na_producao_do_conhecimento. Acesso em: 6 abr. 2025.

BUENO, T.; ALVES, M. Triangulação metodológica: conceitos e perspectivas de aplicação. **INTERIN**, v. 25, n. 2, jul./dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342472149_Triangulacao_Metodologica. Acesso em: 28 nov. 2025.

BURNS, J.A., LAMY, P.L., SOTER, S. **Radiation forces on small particles in the solar system.** Icarus 40, 1–48, 1979. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0019103579900502>. Acesso em: 28 nov. 2025.

CANDAU, V. M.. Universidade e formação de professores: Que rumos tomar? In: CANDAU, V. M. (Org.). **Magistério: Construção cotidiana.** Petrópolis: Vozes, 2001.

CANDAU, V. M. F. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: REALI, A. M. M. R., MIZUKAMI, M. G. N. **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

CARVALHO, A. M. P. de, GIL-PÉREZ, D, **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, I. C. de M. As transformações na esfera pública e a ação ecológica: educação e política em tempos de educação e política em tempos de crise da modernidade. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 32, p. 309, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/jqDdptLvP8djGDMT9vqpfaqx/>. Acesso em: 6 abr. 2025.

CARVALHO, J. P. S., MORAES, R. V., PRADO, A. F. B. de A. Analysis of the orbital evolution of space debris using a solar sail and natural forces. **Advances in Space Research**, v.70, n. 1, p. 125 – 143, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/359915694_Analysis_of_the_orbital_evolution_of_space_debris_using_a_solar_sail_and_natural_forces. Acesso em: 6 abr. 2025.

CARVALHO, J. P. S., LIMA, J. S., GONCALVES, C. M. Poluição do Ambiente Espacial: o problema do lixo no espaço. **Scientia**, v. 6, p. 61-80, 2021. Disponível em: [fviaoliveira,+04++POLUIÇÃO+DO+AMBIENTE+ESPACIAL](https://doi.org/10.1590/2175-5420.20210006). Acesso em: 6 abr. 2025.

CACHAPUZ, A. F., PRAIA, J. F., JORGE, M. P. Perspectivas de Ensino das Ciências. In: A. C. (Org.). **Formação de Professores/Ciências**. Porto: CEEC, 2000.

CHENG, B. **Studies in International Space Law**. 1997. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/376079700/Bin-Cheng-Studies-in-International-Space-Law-B-ok-org>. Acesso em: 6 abr. 2025.

CHIMENTÃO, L. K. O significado da formação continuada docente. In: 4º **CONPEF – Congresso Norte Paranaense de Educação Física Escolar**. 7 a 10 de julho de 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/conpef/conpef4/trabalhos/comunicacaooralartigo/artigocomoral2.pdf>. Acesso: 15 jul. 2025.

CNS. Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde. **Resolução 466 de 12 de dezembro de 2012**. Institui as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília: MS, 2012.

CNS. Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde. **Resolução 510 de 107 de abril de 2016**. Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. Brasília: MS, 2016.

CNUMAD. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro). **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: de acordo com a Resolução. JP 44/228 da Assembleia Geral da ONU, de 22-12-89, estabelece uma abordagem equilibrada**

e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

COLOMBO, C., LETIZIA, F., TRISOLINI, M., LEWIS, H. G., CHANOINE, A., DUVERNOIS, P., AUSTIN, J., LEMMENS, S. Life cycle assessment indicator for space debris. **Proc. 7th European Conference on Space Debris**, Darmstadt, Germany, p. 18–21, April 2017. Disponível em: <http://spacedebris2017.sdo.esoc.esa.int>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CORBACHO, V. S. **Lixo Espacial e os Possíveis Riscos a Exploração do Espaço e ao Ambiente Terrestre: um Enfoque na Educação Básica.** 2023. 152f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2023.

CORBACHO, V. S., CARVALHO, J. P. S. Os detritos espaciais e a sustentabilidade orbital terrestre: uma proposta de ensino voltada para a Educação Básica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 1, p. 82-103, 2023a. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/687>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CORBACHO, V. S., CARVALHO, J. P. S. Space junk and possible risks to space exploration and the Earth environment: A focus on basic education. In: Sociedade Astronômica Brasileira, Online. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 34. p. 55-56, 2023b. Disponível em: <https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2023/04/ParaProceedings-2.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2025.

CORRÊA, T. H. B., BARBOSA, N. A. P. Educação Ambiental e consciência planetária: uma necessidade formativa. **REMEA: Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 35, p. 125-136, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342078401_Educacao_ambiental_e_consciencia_planetaria_uma_necessidade_formativa. Acesso em: 6 abr. 2025.

DENZIN, N. K., LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K., LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DIAS, G. F. **Educação ambiental, princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 2003.

DOTTORI, H. A. **Ensinando ciências através da Astronomia: recursos didáticos e capacitação de professores.** 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br>>. Acesso: 14 abr. 2014.

EPIPHANIO, J.C.N. **Espaço.** São Paulo: Blucher, 2010.

ESA. **ESA's Annual Space Environment Report**, Darmstadt, Germany: ESA, 2024. Disponível em: https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf. Acesso em: 10/08/2024.

ESA. **ESA's Annual Space Environment Report**, Darmstadt, Germany: ESA, 2021. Disponível em: https://space-economy.esa.int/article/33/what-is-the-space-economy#_ftn1. Acesso em: 30/07/ 2024.

ESA. **Space Debris by the Numbers**. 2024. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers Acesso em: 6 abr. 2025.

ESA. **Space Debris by the Numbers**. 2025. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers. Acesso em: 13 abr. 2025.

ESTEVEES, M. S. R. **Barreiras à adoção de tecnologias limpas por pequenas empresas: Uma Survey em empresas participantes do PEIEX na região Centro Oeste do Estado de São Paulo**. 93 f. Bauru: Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista, 2018.

FALSARELLA, A. M. **Formação continuada e prática de sala de aula: os efeitos da transformação continuada na atuação do professor**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2004.

FARIAS, I. M. S. de; GUIMARÃES, M. D.; MOURA, I. L. de C. Grupos de Pesquisa que Investigam a Formação de Professores no Nordeste: quem são, o que produzem e como produzem. **Revista Práxis Educacional**, Vitória da Conquista – Bahia – Brasil, v. 16, n. 43, p. 297-318, Edição Especial, 2020. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/apraxis/v16n43/2178-2679-apraxis-16-43-297.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2025.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed., J. E. Costa, Trad. São Paulo: Artmed, 2009.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FORMIGA, J. K. S., VILHENA DE MORAES, R., Orbital Characteristics of Artificial Satellites in Resonance and the Correspondent Geopotential Coefficients. **Journal of Aerospace Engineering**, Sciences and Applications, may-aug., v. I, n. 2, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242235896_Orbital_characteristics_of_artificial_satellites_in_resonance_and_the_correspondent_geopotential_coefficients. Acesso em: 6 abr. 2025.

FRACALANZA, H. As pesquisas sobre educação ambiental no Brasil e as escolas: alguns comentários preliminares. In: TAGLIEBER, J. E.; GUERRA, A. F. S. (Org.). **Pesquisa em educação ambiental: pensamentos e reflexões**. Pelotas: Ed. Universitária, UFPel, 2004.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out./dez. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v31n113/16.pdf>. Acesso: 15 jul. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GRECCO, D. **Sai de Baixo**. Globo Ciência, São Paulo, n. 61, ago. 1996.

IBAMA. **Educação ambiental**: as grandes orientações na Conferência de Tbilisi. Brasília: IBAMA, 1998.

IBIAPINA, I. L. de M. **Docência universitária**: um romance construído na reflexão dialógica. 2004. 389 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

IGNBRASIL. **Objeto que Atravessou Casa na Flórida Caiu de Estação Espacial da NASA**. 2024. Disponível em: <https://br.ign.com/ciencia/122599/news/objeto-que-atravessou-casa-na-florida-caiu-de-estacao-espacial-da-nasa>. Acesso em: 01 abr. 2025.

INÁCIO, Geraldo F. **A monografia na universidade**. São Paulo: Papirus, 2001.

JACOBI, P. Educação ambiental: cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, v. 1, n. 118, p. 189-205, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrFtmfHxktgnt/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

JAFELICE, L. C. Astronomia cultural nos Ensinos Fundamental e Médio. **RELEA: Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n. 19, p. 57-92, 2015. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/209>. Acesso em: 6 abr. 2025.

JORNALIJOCA. **Detrito espacial cai em casa na Flórida, nos Estados Unidos**. Disponível em: <https://www.jornaljoca.com.br/detrito-espacial-cai-em-casa-na-florida-nos-estados-unidos/#:~:text=O%20lixo%20espacial%20caiu%20na,descartado%20pela%20ISS%20em%202021>. Acesso em: 1 abr. 2025.

JOSSO, M.C. **Experiências de vida e formação**. São Paulo: Cortez, 2004.

KIPNIS, B. **Elementos de pesquisa e a prática do professor**. Brasília: UnB, 2005.

LANGHI, R., NARDI, R. Construção de saberes disciplinares em Astronomia durante trajetórias formativas de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. In: BASTOS, F., NARDI, R. (orgs.). **Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de Ciências**: contribuições da pesquisa na área. São Paulo: Escrituras editora, 2008.

LAVE, J., WENGER, E. **Situated learning**: Legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

LIBÂNEO, J. C. **Organização e Gestão da Escola: Teoria e Prática**. Goiânia: Alternativa, 2004.

LOUKA, E. **The Pollution of Outer Space: Compulsory Norms Required for Addressing Hazardous Space Waste**. MepielanEBulletin. 2023. Disponível em: <https://ebulletin.mepielan.gr/articles/2023/the-pollution-of-outer-space-compulsory-norms-required-for-addressing-hazardous-space-waste/>. Acesso em: 06 abr. 2025.

MARCATTO, C. **Educação Ambiental: Conceitos e Princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002.

MARCONI, M. de A., LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2017.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L. da.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; SOUZA, F. L. de. **Oficinas Temáticas no Ensino Público visando a Formação Continuada de Professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARTINE, G.; ALVES, J.E.D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Rev. Brasil. Estudos de Popul.**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 433-460, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982015000300433&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 23 jan. 2023.

MARTINS, C.F. M. **Meio Ambiente Espacial: Com Enfoque Jurídico**. São Paulo: Letras Jurídicas, 2011.

MEC. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012**. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Res-CP-002-2012-06-15.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2025.

MEDEIROS, L. A. L. **Cosmoeducação: uma abordagem transdisciplinar no ensino de Astronomia**. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MENEGASSI, R. J.; GASPAROTTO, D. M. Revisão dialógica: princípios teóricometodológicos. **Linguagem em (Dis)curso – LemD**, Tubarão, SC, v. 19, n. 1, p. 107-124, jan./abr. 2019. Disponível em: <http://scielo.br/j/ld/a/NSsvV7jRqF9nxSknxrv8bR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 nov. 2025.

MINAYO, M. C. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/39YW8sMQhNzG5NmpGBtNMFf/>. Acesso em: 6 abr. 2025.

MOITA, F. M. G. S. C., ANDRADE, F. C. B. O Saber de Mão em Mão: A Oficina

Pedagógica como Dispositivo para a Formação Docente e a Construção do Conhecimento na Escola Pública. **Reunião Anual da ANPED**, v. 29, p. 16, 2006. Disponível em: <https://www.anped.org.br/sites/default/files/gt06-1671.pdf>. Acesso em 14 ago. 2025.

MONSERRAT, J. F. **Direito e política na era espacial: podemos ser mais justos no espaço do que na Terra?** Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2007.

MORENO, M. F. **O Direito Espacial Como Norte da Exploração Espacial**. 2008. 146f. Trabalho de Conclusão de Curso. UEL – Universidade Estadual de Londrina, 2008.

MOURÃO, R. R. F. **Explicando Astronáutica**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1984.

MUSEU NACIONAL. **Bendegó**. 2025. Disponível em: <https://www.museunacional.ufrj.br/dir/exposicoes/geologia/geo012.html>. Acesso em: 12 ago. 2025.

NASA. **NASA's Efforts to Mitigate the Risks Posed by Orbital Debris**. 2021. Disponível em: <https://oig.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/02/IG-21-011.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2025.

NASA. **Sobre a Estação Espacial Internacional**. 2010. Disponível em: <https://www.nasa.gov/international-space-station/>. Acesso em: 8 ago. 2025.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos avançados**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 74, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/yJnRYLWXSwyxqggqDWy8gct/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 6 abr. 2025.

NOGUEIRA, S. **Rumo Ao Infinito. Passado e futuro da aventura humana na conquista do espaço**. São Paulo: Globo. 2005.

NÓVOA, A. Os professores e as histórias de sua vida. In: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de Professores**, 2 ed. Porto: Porto Editora, 2000.

OGLOBO. **NASA investiga se pedaço de metal que atingiu casa na Flórida caiu de estação espacial**. 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/mundo/noticia/2024/04/02/nasa-investiga-se-pedaco-de-metal-que-atingiu-casa-na-florida-caiu-de-estacao-espacial.ghtml>. Acesso em: 01 abr. 2025.

OGLOBO. **Destroços de foguete chinês caem sobre uma vila após lançamento em parceria com a França**. 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/mundo/noticia/2024/06/25/destrococ-de-foguete-chines-caem-sobre-uma-vila-apos-lancamento-em-parceria-com-a-franca-video.ghtml>. Acesso em: 01 abr. 2025.

OLHARDIGITAL. **Reentrada espetacular de lixo espacial assusta moradores do Nordeste**. 2023. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/12/23/ciencia-e-espaco/reentrada-de-lixo-espacial-assusta-moradores-do-nordeste/>. Acesso em: 23 set. 2025.

OLIVEIRA, M. **Como fazer uma pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2007.

PEDRINI, A.G. **Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. Petrópolis Vozes, 1997.

PENTEADO, H. D. **Meio ambiente e formação de professores**. São Paulo: Cortez, 2012.

PERRENOUD, P. **Pedagogia Diferenciada: das intenções à ação**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P., THURLER, M. G. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PICAZZIO, E. A influência da Astronomia na ciência e na humanidade. **ComCiência**, n. 12, Campinas, 2009. Disponível em: https://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000800007&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 6 abr. 2025.

PINEAU, G. Emergência de um paradigma antropofornador de pesquisa-ação-formação transdisciplinar. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 102-110, set./dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sausoc/v14n3/06.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.

PRADO, A. F. B. de A., KUGA, H. K. **Fundamentos de Tecnologia Espacial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

SAMPAIO, J. C., WNUK, E., DE MORAES, R. VILHENA, FERNANDES, S. S. **Resonant orbital dynamics in LEO region: Space Debris in Focus**. Mathematical Problems in Engineering (Print), v. 2014, p. 1-12, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273597440_Resonant_Orbital_Dynamics_in_LEO_Region_Space_Debris_in_Focus. Acesso em: 6 abr. 2025.

SANTOS, L. L. C. P. Identidade docente em tempos de educação inclusiva. In: Veiga, I. P. A.; AMARAL, A. L. (org). **Formação de professores: políticas e debates**. São Paulo: Papirus, 2002.

SANTOS, E. A. N.; PAIM, A. V. F. **Guia de implementação de Comunidade de Prática em Ensino de Astronomia: um caminho para a formação docente colaborativa**. Feira de Santana: UEFS, 2025.

SANTOS, E. A. N. **Comunidade de prática no ensino de Astronomia: uma caminho para a construção do conhecimento entre professores da Educação Básica**.

2025. 137 f. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Feira de Santana, 2025.

SATO, M. **Educação Ambiental**. Ed. Santos, São Carlos/SP, RIMA, 2004.

SILVA, B. C. da., GROSNER, I. **Direito Espacial Internacional**: contextualizado e comentado. São Paulo: Dialética, 2021.

SUPERABRIL. **Os perigos do lixo espacial**. 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/tecnologia/os-perigos-do-lixo-espacial/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

TARDIT, M. **Saberes docentes e formação inicial**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação Científica sob a perspectiva da pedagogia histórico crítica e do movimento C.T.S no ensino de Ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p.177-191, jan. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/TKjrc7wZ7bCSnC8HHbMt46s/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2025.

UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais. **Observatório**. 2023. Disponível em: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas81.htm>. Acesso em: 23 jan. 2025.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2009.

VERESHCHETIN, V. S. **Elaborating the Legal Status of Astronauts**. 1984. Disponível em: https://repository.uclawsf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1152&context=hastings_international_comparative_law_review. Acesso em: 6 abr. 2025.

VIÉGAS, A., GUIMARÃES, M. **Crianças e a Educação Ambiental na Escola**: A nova interpretação do Código Brasileiro de Defesa do Consumidor. São Paulo: Saraiva, 2007.

VIEIRA, E., VOLQUIND, L. **Oficinas de Ensino**: o quê, por quê? Como? 4. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

VIEIRA, F., GOMES, A., GOMES, C., SILVA, J. L., MOREIRA, M. A., MELO, M. C., ALBUQUERQUE, P. B. **Concepções de pedagogia universitária**: um estudo na Universidade do Minho. Relatório de Investigação. Braga: Universidade do Minho, CEEP, 2002.

ZAGO, M. R. R. S., VAZ, A. C. N., da CRUZ, M. A. L., PEREIRA, W. L., KRELLING, L. M. Ações da Educação Ambiental: Reflexões e práticas na escola. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 8, n. 1, jun. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357637665_Acoes_da_educacao_ambiental_reflexoes_e_praticas_na_escola. Acesso em: 6 abr. 2025.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PARA O (A) PROFESSOR (A):

Você professor (a) está sendo convidado (a) a participar, **como voluntário (a)**, de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é “Sustentabilidade no Espaço: Um Olhar Educativo sobre Detritos Espaciais na Educação Básica” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso da mestranda/pesquisadora **Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves**.

Os resultados desta pesquisa e imagem do (a) professor (a), poderão ser publicados e/ou apresentados em encontros e congressos sobre Ensino e Astronomia. As informações obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados de forma que não seja possível a sua identificação.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido (a) de quaisquer dúvidas, caso aceite participar da pesquisa, preencha o parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, _____,
nascido (a) em ____/____/____, autorizo a minha participação na pesquisa, e permito gratuitamente, Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves, responsável pela pesquisa, o uso da minha imagem, em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

Feira de Santana ____ de _____ de 2024

Assinatura do (a) professor (a)

Contatos: Orientador Responsável:

Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

E-mails: <jeanfeg@gmail.com e fabrizia.lacerda@gmail.com>

Telefone: (75) 31618289.

Endereço: Av. Transnordestina, S/N.

Bairro Novo Horizonte.

CEP: 44036-900.

Feira de Santana Bahia.

Assinaturas: _____

Orientador: **Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho**

Coorientador: **Prof. Dr. Germano Pinto Guedes**

Discente: **Prof.^a Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves**

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 1 - SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO: UM OLHAR EDUCATIVO SOBRE DETRITOS ESPACIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Primeira Parte: Apresentação do Trabalho.

Prezado(a) Professor(a),

É com grande entusiasmo que convidamos você a participar da pesquisa "Sustentabilidade no Espaço: Um Olhar Educativo sobre Detritos Espaciais na Educação Básica".

Esta pesquisa visa explorar e desenvolver abordagens educativas inovadoras para promover a conscientização sobre detritos espaciais entre estudantes da Educação Básica.

Objetivo da Pesquisa:

Produzir materiais didáticos sobre a temática de detritos espaciais (lixo espacial) para serem utilizados durante as aulas pelos professores com os estudantes da Educação Básica. Esses materiais podem contribuir com a prática pedagógica para promover um ensino interdisciplinar sobre a sustentabilidade no ambiente espacial.

Segunda Parte: Roteiro das Entrevistas.

1. Qual o seu nome completo?
2. Qual a sua formação acadêmica?
3. Sua Unidade Escolar de atuação é o Colégio de Tempo Integral Assis Chateaubriand. Com quais modalidades e anos de ensino se dá a sua rotina de sala de aula?
4. A Astronomia é a ciência que estuda os corpos celestes, como planetas, planetas anões, luas, estrelas, galáxias, asteroides, cometas, entre outros, e os

fenômenos que ocorrem no universo. Ela investiga a origem, evolução, composição, movimento e características físicas desses objetos, bem como os processos físicos que regem o universo. Como se dá a sua relação com a Astronomia?

5. Durante as suas aulas, você aborda conteúdos relacionados a Astronomia?

() Sim

() Não

6. Se a sua resposta foi positiva, quais conteúdos relacionados a Astronomia você aborda com seus educandos em sala de aula?

7. A Astronomia é uma ciência muito vasta. Você conhece o Tema Detritos Espaciais? Já abordou sobre eles em sala de aula? Poderia compartilhar um pouco sobre esse momento?

8. Quais metodologias de ensino fazem parte do seu dia-a-dia em sala de aula?

9. Sabemos que as Metodologias Ativas são abordagens de ensino e aprendizagem que colocam o estudante no centro do processo educativo, promovendo sua participação ativa, autônoma, colaborativa e reflexiva. Quais Metodologias Ativas fazem parte da sua rotina na sala de aula?

10. Já pensou em construir, ou já construiu vídeos de curta duração para utilizar com os educandos em sala de aula? Se a resposta for positiva, conte-nos como foi a sua experiência?

11. Posso contar com o seu apoio e participação durante os seus momentos de AC, mediante autorização da Coordenação e Direção da Unidade Escolar na minha Pesquisa? **“SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO: UM OLHAR EDUCATIVO SOBRE DETRITOS ESPACIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA”?**

() Sim

() Não

QUESTIONÁRIO 2 - SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO: UM OLHAR EDUCATIVO SOBRE DETRITOS ESPACIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Questionário de Avaliação das Oficinas Pedagógicas voltadas para o Ensino de Astronomia

Prezado(a) docente,

Este questionário tem por objetivo avaliar sua experiência em participar das Oficinas Pedagógicas voltadas para o Ensino de Ensino de Astronomia realizada no Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand. Suas respostas nos ajudarão a compreender os impactos das Oficinas na formação docente, além de contribuir para a minha pesquisa.

A participação de cada docente é essencial para a construção coletiva do conhecimento, por isso, agradecemos imensamente sua contribuição. Temáticas apresentadas:

- 1. Ambiente espacial em torno da Terra.**
- 2. Satélites artificiais e Detritos Espaciais.**
- 3. Mitigação dos Detritos Espaciais.**
- 4. Segurança e sustentabilidade do ambiente espacial.**
- 5. Direito Espacial Internacional.**

1. Como você avalia sua participação nos encontros?

- () Estive presente na maioria dos encontros e participei sempre que possível.**
- () Compareci a alguns encontros e participei pontualmente.**
- () Tive dificuldades de participação devido a outros compromissos.**

2. Como você avalia a relevância dos temas abordados durante as oficinas?

- ☐ Foram temas relevantes, atuais e diretamente aplicáveis à sala de aula.
- ☐ Alguns temas se distanciam da minha prática docente.
- ☐ Os temas abordados não atendem às minhas expectativas.
- ☐ Os temas abordados foram relevantes mas precisariam de maior tempo para as discussões.

3. Os temas discutidos, são temas que devem ser abordados em sala de aula com os estudantes?

- ☐ Sim, são temas atuais e pertinentes.
- ☐ Não, pois, os estudantes precisam ter conhecimento em outros conteúdos.

4. Os temas discutidos, são temas que já vem sendo discutidos (por vocês) em sala de aula com os estudantes?

- ☐ Sim, já discuto tais temas com meus estudantes em sala de aula.
- ☐ Nunca tinha ouvido falar sobre os temas abordados, antes das oficinas pedagógicas.
- ☐ Já conhecia os temas abordados, porém não os discuto em sala de aula.

5. Ao participar das Oficinas Pedagógicas, como você se sente em relação ao ensino de Astronomia?

- ☐ Muito mais confiante e motivado(a) para trabalhar o conteúdo com os alunos.
- ☐ Mais seguro(a), mas ainda sinto necessidade de aprofundamento.
- ☐ Ainda tenho receio de abordar o tema, embora tenha aprendido com as discussões.
- ☐ Minha percepção sobre o ensino de Astronomia não mudou significativamente.

6. Como você avalia sua compreensão sobre o tema "Detritos Espaciais" após as Oficinas Pedagógicas?

- ☐ Melhorou significativamente.
- ☐ Permaneceu semelhante, mas com novos questionamentos.
- ☐ Não senti mudanças relevantes.

7. Em relação à interdisciplinaridade (ex: Matemática, História, Linguagens, Geografia, Ciências e outras disciplinas), a oficina:

- () Mostrou conexões claras e aplicáveis.
- () Apontou caminhos, mas faltaram exemplos mais práticos.
- () Não deixou evidente a articulação com outras áreas.

8. Após a oficina, como você vê a importância de discutir os Detritos Espaciais na escola?

- () Fundamental, pois impacta diretamente o futuro da humanidade.
- () Importante, mas ainda um tema distante para muitos estudantes.
- () Um assunto interessante, mas com pouca aplicação prática.

9. Como foi sua experiência com os recursos utilizados (slides, materiais, dinâmicas)?

- () São muito úteis e enriquecedores para o trabalho com os alunos.
- () Servem como inspiração para contextualizar os conteúdos.
- () Interessantes, mas de difícil aplicação em minha realidade.
- () Não foram muito relevantes para mim.

10. A metodologia utilizada favoreceu a participação e o diálogo?

- () Sim, senti liberdade para contribuir e refletir.
- () Em parte, mas poderia haver mais tempo para trocas.
- () Não me senti tão envolvido(a) no processo.

11. Qual foi o principal sentimento ao final de cada Oficina Pedagógica?

- () Inspiração e vontade de continuar aprendendo sobre o tema.
- () Curiosidade, mas também com algumas dúvidas.
- () Cansaço ou pouca conexão com o conteúdo.

12. Você gostaria de deixar algum comentário, sugestão ou crítica construtiva?

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ELABORAÇÃO DAS OFICINAS

1ª Oficina Pedagógica: Ambiente Espacial em Torno da Terra

Nome da instituição: Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand

Mestranda: Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Público-Alvo: Docentes do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio.

1. Temática:

A exploração e compreensão do ambiente espacial ao redor da Terra envolvem o estudo das diversas camadas atmosféricas, incluindo a troposfera, estratosfera, magnetosfera, termosfera e exosfera. Além dessas camadas, o espaço próximo é o nosso principal objeto de investigação. Entender essas regiões é fundamental, pois elas têm impactos significativos em nossa vida cotidiana.

2. Objetivo(s):

- Compreender as principais características do Ambiente Espacial ao redor da Terra;
- Identificar os elementos e fenômenos que compõem as camadas da atmosfera da Terra;
- Refletir sobre os impactos do ambiente espacial nas tecnologias e na vida cotidiana;
- Promover a integração e troca de conhecimentos entre os professores participantes.

3. Desenvolvimento:

3.1. Sensibilização:

Atividade: Dinâmica de Grupo "Viagem ao Espaço"

Descrição:

Divida os professores em pequenos grupos e peça que imaginem que são astronautas em uma missão ao espaço. Cada grupo deve criar uma breve história sobre o que encontraram no ambiente espacial ao redor da Terra, destacando elementos como a magnetosfera e a ionosfera. Importante incentivar a criatividade e a discussão sobre o que já sabem ou supõem sobre o tema.

Duração: 15 minutos.

3.2. Reflexão teórica:

Explicação e entrega de pequeno texto

Breve Explicação:

Apresentação de slides falando sobre os conceitos das camadas da atmosfera da Terra e o espaço próximo, destacando suas características e importância.

Pequeno Texto: Distribuição de um texto curto que resume os pontos principais abordados na explicação.

Duração: 20 minutos.

3.3. Produção coletiva/vivência prática ou experimentação:

Atividade Prática "Simulação de Tempestade Solar"

Descrição:

Divida os participantes novamente em grupos e forneça materiais para criar uma simulação de uma tempestade solar e seus efeitos na Terra. Use ímãs, bússolas, lanternas (para simular o Sol), e gráficos de papel. Cada grupo deve demonstrar como uma tempestade solar pode afetar as camadas da atmosfera da Terra, e discutir as possíveis implicações para satélites, redes elétricas e comunicação.

Duração: 30 minutos.

3.4. Síntese:

Discussão e Resumo Coletivo:

Descrição:

Reunião de todos os participantes com o intuito de que cada grupo apresente suas conclusões e simulações. Importante mediar uma discussão sobre as principais descobertas e aprendizagens, destacando a interconexão entre os diferentes elementos do ambiente espacial.

Duração: 20 minutos

3.5. Avaliação:

Feedback do Grupo

Descrição:

Através do Google Forms será feita a socialização de um breve questionário de avaliação para os participantes preencherem, solicitando feedback sobre a oficina, o que aprenderam, o que acharam mais interessante e sugestões para futuras oficinas.

Duração: 10 minutos.

4. Recursos:

- Projetor e slides para a apresentação teórica.
- Texto impresso sobre as camadas da atmosfera da Terra.
- Materiais para a simulação (ímãs, bússolas, lanternas, gráficos de papel).
- Questionário de avaliação.
- Quadro branco e pincel atômico para anotações durante as discussões.

5. Referências:

MOURÃO, R. R. F. **Explicando Astronáutica**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1984.

NOGUEIRA, S. **Rumo Ao Infinito. Passado e futuro da aventura humana na conquista do espaço**. São Paulo: Globo. 2005.

PROGRAMA AMBIENTAL A ÚLTIMA ARCA DE NÓE. **Meio Ambiente Espacial: Considerações**. 2003. Disponível em: <https://www.ultimaarcadenoe.com.br/meio-ambiente-espacial-2/>. Acesso em: 24 jul.2024.

VERGER, Fernand (Dir.) (2002). **L'espace, nouveau territoire: Atlas des satellites et des politiques spatiales**. Paris: Editions Belin.

2ª Oficina Pedagógica: Satélites Artificiais e Detritos Espaciais com a Construção de uma Vela Solar

Nome da instituição: Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand

Mestranda: Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Público-Alvo: Docentes do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio

1. Temática:

Satélites artificiais e detritos espaciais: impactos, funcionamento, e implicações ambientais e tecnológicas, incluindo os principais tipos de órbitas utilizadas por satélites — LEO, MEO e GEO. Na LEO (Low Earth Orbit ou Órbita Baixa da Terra), satélites como os de monitoramento climático e observação da Terra são posicionados em baixas altitudes para captar imagens detalhadas. Na MEO (Medium Earth Orbit ou Órbita Média da Terra), satélites de navegação, como os do sistema GPS, operam em uma faixa intermediária. Já na GEO (Geostationary Earth Orbit ou Órbita Geoestacionária), satélites de comunicação permanecem "fixos" em relação à Terra, ideal para telecomunicações. Após o aprofundamento dos conceitos abordados, realizaremos a construção de um protótipo de uma Vela Solar como uma possível solução tecnológica sustentável, que é uma inovação para propulsão de satélites e limpeza espacial.

2. Objetivo(s):

- Compreender o papel e as funções dos satélites artificiais e como as diferentes órbitas (LEO, MEO e GEO) atendem a esses propósitos distintos, incluindo observação, comunicação e navegação.
- Discutir os impactos dos detritos espaciais, sua formação em várias órbitas, e as consequências para a exploração espacial e para a segurança de satélites em órbitas distintas.

- Introduzir o conceito de Vela Solar como uma solução sustentável para a propulsão de satélites e a remoção de detritos espaciais, abordando como essa tecnologia poderia ser aplicada em satélites nas órbitas LEO e GEO.
- Estimular a construção de um protótipo de vela solar como modelo prático, proporcionando uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos e seus benefícios para a sustentabilidade espacial.

3. Desenvolvimento

A oficina será desenvolvida de forma dinâmica e prática, começando com uma atividade interativa que simula a atuação de satélites e os impactos dos detritos espaciais, promovendo a sensibilização dos participantes. Em seguida, será realizada uma explanação teórica para aprofundar os conceitos abordados, culminando na construção, em grupos, de um protótipo de vela solar, explorando sua aplicação como solução tecnológica sustentável para os desafios espaciais. Ao final, haverá uma discussão coletiva para consolidar os principais conceitos estratégicos, destacando as funções das órbitas LEO, MEO e GEO, os problemas causados pelos detritos espaciais e o potencial inovador das velas solares para mitigar esses desafios. Essa abordagem prática e reflexiva visa engajar os participantes, incentivando a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de soluções criativas e sustentáveis.

3.1 Sensibilização:

Atividade: Dinâmica de Grupo "O Jogo dos Satélites Artificiais"

Descrição:

Iniciar com uma dinâmica em que cada professor simula ser um "satélite". Distribua cartões com diferentes funções de satélites (comunicação, GPS, meteorológicos). Alguns cartões conterão "detritos espaciais" (pedaços de satélites quebrados, colisões, etc.). Os professores devem andar pela sala representando os satélites, mas, ao "colidir" com alguém que possua um cartão de detrito, ficam "danificados". Isso reflete os desafios causados pelos detritos espaciais.

Duração: 15 minutos.

Discussão: Após a brincadeira, converse sobre o número crescente de satélites e detritos no espaço e seus impactos. Questione: Como proteger os satélites desses detritos? Como a sustentabilidade pode ser aplicada no espaço?

3.2 Reflexão teórica:

Explicação: “Satélites e Detritos Espaciais”

Breve Explicação:

Apresentar um resumo sobre o que são satélites artificiais, suas funções (telecomunicações, monitoramento climático, navegação, etc.) e como eles operam na órbita da Terra. Abordar o crescente problema dos detritos espaciais, suas causas (lançamentos, colisões) e as consequências para o funcionamento dos satélites e segurança no espaço. Apresentar o conceito de **Vela Solar**, uma tecnologia que utiliza a pressão da luz solar para impulsionar espaçonaves e satélites sem a necessidade de combustível. Explique como essa tecnologia pode ser uma solução sustentável, tanto para a propulsão de satélites quanto para a remoção de detritos espaciais.

Duração: 20 minutos.

3.3 Produção coletiva/vivência prática ou experimentação:

Atividade Prática "Construção de uma Vela Solar"

Descrição:

Dividir os professores em duplas ou trios. Cada grupo deverá construir um protótipo de "vela solar" em miniatura usando folha de papel, lápis, tubo de papelão, palitos de picolé, fita adesiva, fios de nylon, borracha de dinheiro, papel alumínio, canudos e tesoura. O suporte pode ser montado como uma estrutura em formato de cruz, com a vela presa por fios de nylon simulando as cordas de uma vela de barco. Discutir com os grupos como essa vela poderia

ser usada para movimentar satélites ou recolher detritos espaciais. Ao final, perguntar aos grupos como esse conceito de vela solar pode ser usado para mitigar os impactos dos detritos espaciais. Como essa tecnologia pode revolucionar o espaço?

Duração: 30 minutos.

3.4 Síntese:

Discussão e Resumo Coletivo:

Descrição:

Após a construção, faça uma discussão coletiva para que os grupos reflitam sobre o que aprenderam. Reforce os pontos principais: tipos de órbitas de satélites (LEO, MEO e GEO), função dos satélites em cada uma, o problema dos detritos espaciais em órbitas diferentes e como a tecnologia de vela solar oferece uma abordagem inovadora e sustentável. Após a discussão, solicitar que dois professores possam criar dois podcasts sobre a temática trabalhada durante a oficina e a possibilidade de solicitar dos seus alunos dois vídeos curtos que sejam relacionados com os podcasts.

Duração: 20 minutos

3.5 Avaliação:

Feedback do Grupo

Descrição:

Através do Google Forms será feita a socialização de um breve questionário de avaliação para os participantes preencherem, solicitando feedback sobre a oficina, o que aprenderam, o que acharam mais interessante e sugestões para futuras oficinas.

Duração: 10 minutos.

4 Recursos:

- Projetor e slides para a apresentação teórica.
- Materiais para a construção da vela solar (folha de papel, lápis, tubo de papelão, palitos de picolé, fita adesiva, borracha de dinheiro, papel alumínio, canudos e tesoura).
- Questionário de avaliação via Google Forms.
- Quadro branco e pincel atômico para anotações durante as discussões.

5 Referências:

BAKER, D. N. Space Weather and Space Debris: Mitigating Effects on Modern Satellites. **Journal of Space Science**, fev. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340455165_Effects_of_Space_Weather_on_Technology_Infrastructure. Acesso em: 20 out. 2024.

ESA. Agência Espacial Europeia. **Programas de monitoramento de detritos espaciais**. 2024. Disponível em: https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Com_a_iniciativa_Clean_Space_a_ESA_quer_diminuir_o lixo_espacial. Acesso em: 20 out. 2024.

KESSLER, D. J.; COUR-PALAIS, B. G. Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt. **Journal of Geophysical Research**. v. 83, n. A6, p. 2637-2646, 1978. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/JA083iA06p02637>. Acesso em: 20 out. 2024.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Informações sobre satélites e detritos espaciais**. 2024. Disponível em: <https://www.nasa.gov/headquarters/library/find/bibliographies/space-debris/>. Acesso em: 20 out. 2024.

Solar Sails: **The Future Of Space Travel**. 2024. Disponível Em: https://www.teachengineering.org/activities/view/Cub_Space8_Lesson01_Activity2. Acesso Em: 20 Out. 2024.

3ª Oficina Pedagógica: Mitigação dos Detritos Espaciais – Educação, Inovação e Sustentabilidade

Nome da instituição: Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand

Mestranda: Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Público-Alvo: Docentes do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio

1. Temática:

Mitigação dos Detritos Espaciais:

Como trazer esse tema para a sala de aula de forma interdisciplinar, promovendo uma conexão entre **Física, Tecnologia e Sustentabilidade**? A oficina busca transformar um problema global em uma experiência educacional inspiradora, incentivando os alunos a refletirem sobre o impacto da ação humana no espaço e na Terra.

2. Objetivos:

- Sensibilizar os professores sobre o problema dos detritos espaciais e suas implicações ambientais e tecnológicas.
- Explorar formas de integrar esse tema às disciplinas escolares, promovendo a **inovação pedagógica**.
- Desenvolver práticas interdisciplinares que estimulem **o pensamento crítico e a curiosidade dos alunos**.
- Criar um espaço de **troca de experiências**, onde os professores possam discutir desafios e soluções para tornar esse tema acessível aos estudantes.

3. Desenvolvimento

3.1 Sensibilização:

Atividade:

Dinâmica de Grupo: "E se o espaço fosse nosso quintal?"

Descrição:

Vamos começar com um **vídeo impactante** mostrando como o detrito espacial se acumula ao redor da Terra e os riscos que isso representa para a exploração espacial. Logo após, faremos uma **dinâmica rápida**:

- Solicitar aos professores que imaginem: **se o espaço fosse nosso quintal** e tivesse toneladas de lixo acumulado. Como nos sentiríamos? Como limparíamos essa bagunça?

Discussão:

- O que mais chamou atenção no vídeo?
- Como podemos comparar essa realidade com a questão do lixo na Terra?
- De quem é a responsabilidade de cuidar do espaço?

Duração: 10 minutos.

3.2 Reflexão teórica:

Explicação: "O Espaço Não é um Lixão"

Breve Explicação: Apresentar um resumo sobre:

- O que são os **detritos espaciais**? Como eles surgiram?
- Quais são os riscos para **satélites, astronautas e futuras missões espaciais**?
- Quais tecnologias estão sendo desenvolvidas para mitigar esse problema (ex.: **vela solar, robôs coletores, destruição por laser**)?

Duração: 15 minutos.

3.3 Produção coletiva/vivência prática ou experimentação:

Atividade Prática "Criando um Plano de Ação para a Sala de Aula"

Objetivo: Criar estratégias para trabalhar o tema **de forma interdisciplinar**.

Descrição:

Dividir os professores em grupos, garantindo que tenham participantes de diferentes áreas. Cada grupo deverá desenvolver um **Plano de Ação Pedagógico** com:

1. **Uma atividade para os alunos** (ex.: construção de um mini foguete sustentável, debate sobre regulamentação do espaço, simulação da órbita dos detritos com objetos).
2. **Como a atividade integra tecnologia, sustentabilidade e ciência.**
3. **Desafios previstos e soluções para a implementação.**

Apresentação:

Cada grupo terá **3 minutos** para compartilhar sua proposta com os demais participantes.

Duração: 25 minutos.

3.4 Síntese: “Conectando ideias e transformando realidades”

Discussão coletiva: Após a apresentação dos grupos, levante reflexões como:

- Como tornar esse tema acessível para alunos de diferentes faixas etárias?
- Quais competências os alunos podem desenvolver ao trabalharmos esse tema?
- Como a escola pode incentivar projetos voltados para a sustentabilidade e inovação?

Duração: 10 minutos

3.5 Avaliação: "O que levamos dessa experiência?"

Feedback do Grupo :

Descrição:

Solicitar aos participantes que escrevam em um post-it **uma palavra ou frase** que resuma sua experiência na oficina. Colem todos em um painel intitulado "**O que levamos dessa experiência?**" e leia algumas respostas em voz alta.

Duração: 5 minutos.

4 Recursos:

- **Projetor e computador** para exibição do vídeo e dos slides.
- **Cartolinas, flip charts, canetas coloridas e post-its** para as atividades práticas.
- **Espaço para trabalho em grupo** e troca de ideias.

5 Referências:

ESA. Agência Espacial Europeia. **Programas de monitoramento de detritos espaciais**. 2025. Disponível em:

https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Com_a_iniciativa_Clean_Space_a_ESA_quer_diminuir_o_lixo_espacial. Acesso em: 20 fev. 2025.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Informações sobre satélites e detritos espaciais**. 2025. Disponível em:

<https://www.nasa.gov/headquarters/library/find/bibliographies/space-debris/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SANTOS, D. P. S.; FORMIGA, J. K. S. Mitigação de Detritos Espaciais. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 10, n. 1, 2023. Disponível em: <https://proceedings.sbmec.org.br/sbmec/article/view/4235/4295>. Acesso em: 20 fev. 2025.

4ª Oficina Pedagógica: Segurança e Sustentabilidade no Ambiente Espacial

Nome da instituição: Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand

Mestranda: Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Público-Alvo: Docentes do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio

1. Temática:

Exploração crítica sobre os impactos da atividade espacial no meio ambiente cósmico, com ênfase nos desafios da segurança orbital, dos detritos espaciais e da preservação do espaço como bem comum da humanidade.

2. Objetivos:

- Sensibilizar os docentes quanto à importância de preservar o ambiente espacial e compreender os riscos envolvidos na sua exploração.
- Discutir as implicações da "limpeza espacial" na segurança de satélites artificiais, estações e missões espaciais.
- Propor estratégias didáticas interdisciplinares para trabalhar o tema com os estudantes.
- Estimular práticas interdisciplinares criativas e críticas sobre o uso e exploração do espaço.

3. Desenvolvimento

3.1 – Sensibilização:

Atividade:

Audiência de Curta-metragem seguido de Roda de Conversa

Descrição:

Iniciaremos a oficina com a audiência do curta *Space Debris: The Silent Threat* – Detritos Espaciais: A Ameaça Silenciosa, seguido por uma roda de conversa. Para movimentar a roda de conversa, faremos algumas indagações.

Discussão:

- O que mais chamou atenção no curta-metragem?
- Por que esse tema importa para o Planeta Terra?
- Como nossa vida cotidiana seria afetada sem a “tecnologia espacial”?
- Você já tinha parado para pensar que o espaço também precisa ser protegido?
- Como esse tema pode sensibilizar nossos alunos sobre responsabilidade coletiva e ética científica?

Duração: 20 minutos.

3.2 Reflexão teórica:

Explicação: " Segurança e Sustentabilidade: o espaço como patrimônio comum"

Breve Explicação:

Contextualização histórica da corrida espacial, surgimento dos detritos espaciais, riscos para as operações no espaço e soluções possíveis já em estudo. Destaque para a ética e para a necessidade de políticas globais de preservação.

Duração: 15 minutos.

3.3 Produção coletiva/vivência prática ou experimentação:

Atividade Prática: “Criação de uma sequência didática interdisciplinar.”

Objetivo: Desenvolver coletivamente uma proposta prática para trabalhar o tema com os alunos.

Descrição:

Divididos em grupos, os professores elaboram uma atividade pedagógica, por exemplo: produção de maquetes, debates simulando uma assembleia da ONU, ou campanhas escolares sobre “lixo no espaço”. Cada grupo deve integrar conceitos de sustentabilidade, inovação e responsabilidade social

Apresentação:

Cada grupo terá de **3 a 5 minutos** para compartilhar sua proposta com os demais participantes.

Duração: 25 minutos.

3.4 Síntese: “Conectando ideias e transformando realidades”

Discussão coletiva: Após a apresentação dos grupos, levante reflexões como:

- Como tornar esse tema acessível para alunos de diferentes faixas etárias?
- Quais competências os alunos podem desenvolver ao trabalharmos esse tema?
- Como a escola pode incentivar projetos voltados para a sustentabilidade e inovação?

Duração: 10 minutos

3.5 Avaliação: "O que levamos dessa experiência?"**Feedback do Grupo:****Descrição:**

Cada participante escreve em um cartão ou post-it uma palavra ou frase que represente o que levará dessa experiência. Colar em um painel coletivo que será lido ao final.

Duração: 5 minutos.

4 Recursos:

- **Projektor e computador** para exibição do vídeo e dos slides.
- **Cartolinas, flip charts, canetas coloridas e post-its** para as atividades práticas.
- **Espaço para trabalho em grupo** e troca de ideias.

5 Referências:

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

Agência Espacial Europeia (ESA) – Programas de monitoramento de detritos espaciais

https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Com_a_iniciativa_Clean_Space_a_ESA_quer_diminuir_o lixo_espacial. Acesso em: 20 jul. 2025.

MONSERRAT FILHO, J. Direito e Política na Era espacial: podemos ser mais justos no espaço do que na Terra? São Paulo: Vieira & Lent, 2007.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Informações sobre satélites e detritos espaciais**. 2025. Disponível em:

<https://www.nasa.gov/headquarters/library/find/bibliographies/space-debris/>.

Acesso em: 20 jul. 2025.

SANTOS, D. P. S.; FORMIGA, J. K. S. Mitigação de Detritos Espaciais. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 10, n. 1, 2023. Disponível em:

<https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/4235/4295>. Acesso em: 20 jul. 2025.

5ª Oficina Pedagógica: Direito Espacial Internacional: perspectivas para a paz, sustentabilidade e cooperação no uso do espaço sideral

Nome da instituição: Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand

Mestranda: Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Público-Alvo: Docentes do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio

1 Temática:

Uma abordagem educativa sobre os princípios, tratados e desafios contemporâneos do Direito Espacial Internacional, destacando sua importância para a convivência pacífica e sustentável no ambiente espacial.

2 Objetivos:

- Compreender os fundamentos do Direito Espacial Internacional e sua importância para a cooperação entre os Estados.
- Refletir sobre os impactos jurídicos, éticos e sociais das atividades espaciais.
- Sensibilizar os participantes sobre a importância do Direito Espacial Internacional para a paz e a sustentabilidade do espaço.
- Refletir sobre os desafios atuais, como a exploração comercial e os detritos espaciais, à luz dos tratados internacionais.
- Propor práticas educativas para levar o tema às salas de aula e promover consciência cidadã global.

3 Desenvolvimento

3.1– Sensibilização:

Atividade: Dinâmica *“E se o espaço fosse nosso?”*

Descrição:

Os participantes são divididos em pequenos grupos e convidados a imaginar que a humanidade precisa decidir, em conjunto, as regras para usar e proteger o espaço sideral.

Cada grupo responde a perguntas provocativas, como:

- Quem pode explorar a Lua? Os planetas? Os Asteroides?
- Pode-se colocar armas no espaço?

- O espaço é de todos ou só dos países que detêm a tecnologia?

Discussão:

Breve debate coletivo sobre as respostas, ressaltando a diversidade de opiniões e a necessidade de normas internacionais para garantir justiça, paz e sustentabilidade.

Duração: 20 minutos.

3.2 Reflexão teórica:

Explicação: " Apresentação Interativa com Slides"

Breve Explicação:

Serão apresentados:

- Os principais tratados do Direito Espacial Internacional (Tratado do Espaço Exterior e Acordo da Lua).
- Princípios centrais: uso pacífico, não apropriação, cooperação internacional, proteção ambiental.
- Desafios contemporâneos: detritos espaciais, mineração de asteroides e militarização.
- Como esses princípios garantem paz, equidade e sustentabilidade no ambiente espacial.

Duração: 25 minutos.

3.3 Produção coletiva/vivência prática ou experimentação:

Atividade Prática: "Simulação de uma Assembleia Geral da ONU"

Objetivo: Vivenciar uma negociação internacional para propor regras justas e viáveis para a exploração e proteção do espaço.

Descrição:

Divididos em grupos, os professores assumem o papel de delegados de diferentes países com interesses variados. Cada delegação defende sua posição em uma simulação para resolver um problema hipotético (exemplo: corrida para mineração lunar ou uso militar de satélites).

Apresentação:

Cada grupo terá de **3 a 5 minutos** para compartilhar sua proposta que busca construir um acordo coletivo por consenso.

Duração: 35 minutos.

3.4 Síntese: “Conectando ideias e transformando realidades”

Discussão coletiva: Roda de conversa sobre como os princípios do Direito Espacial podem ser integrados à educação básica para formar cidadãos conscientes do espaço como bem comum da humanidade.

Duração: 10 minutos

3.5 Avaliação: "O que levamos dessa experiência?"**Feedback do Grupo:****Descrição:**

Cada participante escreve em um cartão ou post-it uma palavra ou frase que represente o que levará dessa experiência.

Duração: 5 minutos.

4. Recursos:

- **Data-show e computador** para exibição dos slides.
- **Cartões ou post-its para a avaliação**
- **Espaço para trabalho em grupo** e troca de ideias.

5. Referências:

Agência Espacial Brasileira (AEB). Publicações e guias sobre direito espacial. (<https://www.gov.br/aeb/pt-br>)

Organização das Nações Unidas (ONU). *Tratado sobre o Espaço Exterior*, 1967. (<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>)

Organização das Nações Unidas (ONU). *Acordo sobre a Lua*, 1979. (<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/moon-agreement.html>)

MONSERRAT FILHO, José. *Introdução ao Direito Espacial*. Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial. Rio de Janeiro, 1997.

SHAW, Malcolm. *Direito Internacional*, 1 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

APÊNDICE D – ATIVIDADE PRÁTICA

Oficina Pedagógica: Ambiente Espacial em Torno da Terra

Nome da instituição: Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand

Mestranda: Fabrizia Maria Souza Lacerda Alves

Orientador: Prof. Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho

Público-Alvo: Docentes do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio

1.1.1 Atividade Prática Simples: Simulação de uma Tempestade Solar

1.1.1.1 *Objetivo:*

Demonstrar de maneira simples e visual os efeitos de uma tempestade solar e sua interação com o campo magnético da Terra.

1.1.1.2 *Materiais Necessários:*

- Balão de festa
- Pedacos pequenos de papel ou confete
- Ímã
- Pedaco de tecido de lã

1.1.1.3 *Passo a Passo:*

1. **Preparação do Balão:**

- Encha o balão e amarre-o.

2. **Preparação das Partículas:**

- Espalhe os pedacos de papel ou confete sobre uma superfície plana, como uma mesa.

3. **Criando a Carga Eletrostática:**

- Esfregue o balão no pedaco de tecido de lã por cerca de 30 segundos para criar uma carga eletrostática. Esse passo representa a energia liberada pelo Sol durante uma tempestade solar.

4. **Simulação da Tempestade Solar:**

- Segure o balão carregado sobre os pedaços de papel ou confete. Observe como os pedaços de papel são atraídos para o balão. Isso simula como as partículas carregadas do Sol são atraídas e desviadas pelo campo magnético da Terra.

5. **Interação com o Campo Magnético:**

- Coloque o ímã perto do balão e observe como ele afeta a atração dos pedaços de papel. Explique que o ímã representa o campo magnético da Terra, que interage com as partículas carregadas do Sol.

1.1.1.4 *Explicação:*

- **Balão Carregado:** Representa as partículas carregadas liberadas pelo Sol durante uma tempestade solar.
- **Pedaços de Papel/Confete:** Representam as partículas carregadas na atmosfera.
- **Ímã:** Representa o campo magnético da Terra, que protege o planeta das partículas carregadas do Sol.

1.1.1.5 *Conclusão:*

Essa atividade prática simples ajuda a visualizar como as partículas carregadas do Sol interagem com o campo magnético da Terra. É uma forma acessível de demonstrar um conceito astronômico importante de maneira prática e lúdica.

1.1.1.6 *Avaliação:*

- Peça aos participantes que expliquem o que observaram durante a atividade.
- Discuta as implicações reais das tempestades solares e a importância do campo magnético terrestre na proteção do planeta.

APÊNDICE E – CONVITES DAS OFICINAS





você está convidado
para uma aventura
espacial!



Caros(as) Professores(as)



**Com muita satisfação,
convido os(as)
senhores(as) para a
Oficina Pedagógica:
Satélites Artificiais e
Detritos Espaciais com a
Construção de uma Vela
Solar**

21/11/2024

08h





você está convidado
para uma aventura
espacial!



Caros(as) Professores(as)

**Com muita satisfação,
convido os(as)
senhores(as) para a
Oficina Pedagógica:
Mitigação dos Detritos
Espaciais - Educação,
Inovação e
Sustentabilidade**

20/03/2025

14h





você está convidado
para uma aventura
espacial!



Caros(as) Professores(as)

**Com muita satisfação,
convido os(as)
senhores(as) para a
Oficina Pedagógica:
Segurança e
Sustentabilidade do
Ambiente Espacial**

22/07/2025

08h30





você está convidado
para uma aventura
espacial!



Caros(as) Professores(as)

**Com muita satisfação,
convido os(as)
senhores(as) para a
Oficina Pedagógica: Direito
Espacial Internacional**

24/07/2025

14h30



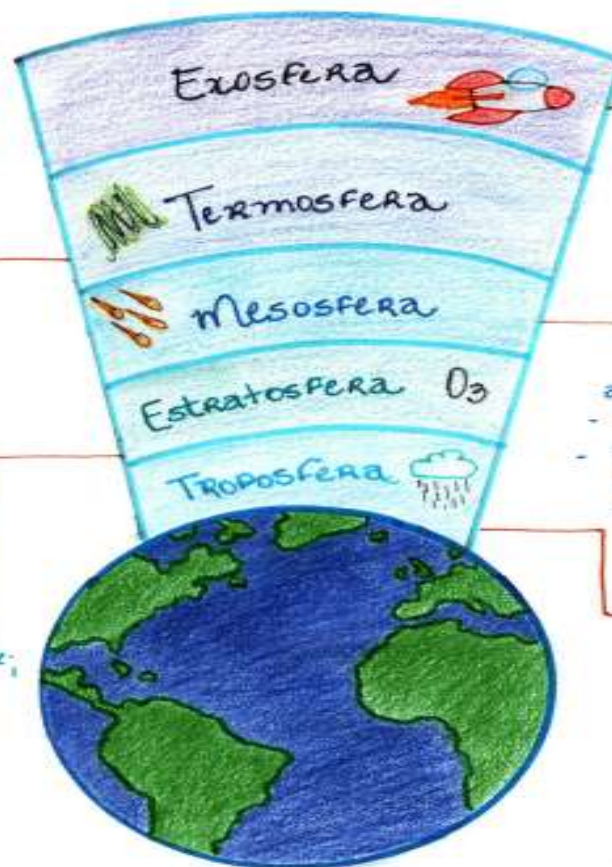
ANEXO A – MAPA CONCEITUAL

Camadas da Atmosfera

Divisão da atmosfera terrestre em camadas segundo a variação de temperatura

- Camada intermediária entre a mesosfera e exosfera;
- Nela há grande concentração de íons (Ionosfera);
- Temperatura eleva-se podendo atingir 3500°C ;
- Ocorre a aurora polar;
- Orbitam ônibus espaciais.

- Segunda camada mais próxima da superfície terrestre;
- Nela o ar movimenta-se horizontalmente;
- Temperatura começa a subir com o aumento da altitude;
- Encontra-se a camada de ozônio;
- Circulam aviões a jato.



- Última camada da atmosfera (transição com o espaço sideral);
- Nela os gases são extremamente rarefeitos;
- Temperaturas elevadas, em torno de 1000°C ;
- Orbitam os satélites artificiais.

- Camada intermediária entre a estratosfera e a termosfera;
- Nela o ar é rarefeito;
- Temperatura apresenta queda, podendo chegar a -90°C (camada mais fria);
- Ocorre combustão, que fragmenta meteoritos.

- Mais próxima da superfície terrestre;
- Nela os seres vivos respiram;
- Temperatura cai com o aumento da altitude;
- Ocorrem os fenômenos meteorológicos;
- Circulam aviões de carga e passageiros.

ANEXO B - RELATOS DA OFICINA 1

Camadas Atmosféricas – Ana Verena e Carlos Alberto

Camadas Atmosféricas
Gravidade
Radiação

Ana Verena & Carlos Alberto

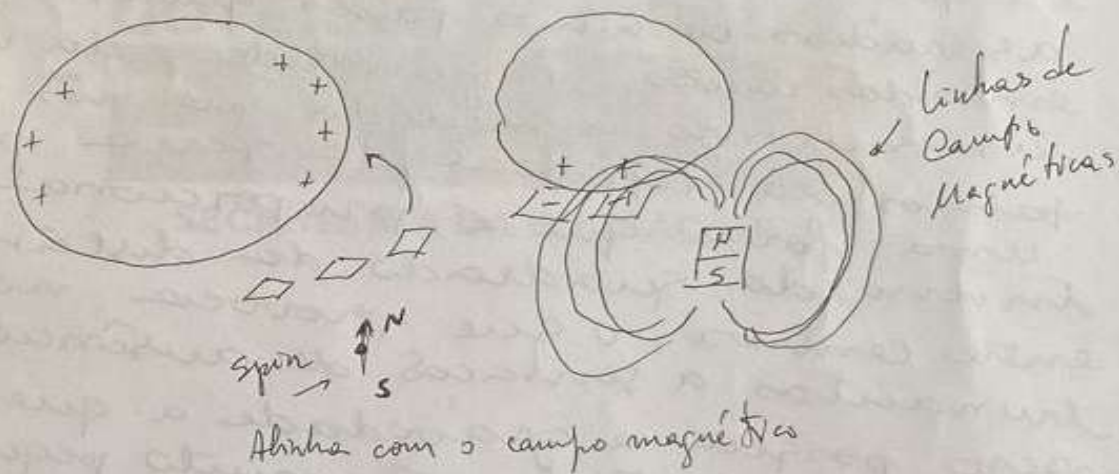
Imaginário relacionado com as imagens que vemos nos livros didáticos: nuvens, planeta como um todo (bem bonito, camada externa, tudo muito escuro, talvez não esteja escuro color mais ao mesmo tempo frio).

De camadas da atmosfera eu só lembro do nome da ionosfera que é onde existe a reflexão de ^{ondas de} rádio chamado ondas curtas e é por isso que conseguimos sintonizar as rádios de outros países que operam em ondas curtas. A gravidade ela vai diminuindo à medida que nós afastamos da superfície da Terra pois é uma força que é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre centros, o que provoca nos astronautas a sensação de ausência de peso porque a gravidade a que eles estão submetidos é muito pequena.

Sobre a radiação, que atinge as camadas mais baixas da atmosfera, recebe a influência dos gases presentes nela.

O espectro de radiação emitido pelo sol na camada mais externa é semelhante a de um corpo negro, mas ao entrar na atmosfera, várias faixas deste espectro é absorvido pelos gases presentes nela.

Sobre a gravidade o que fica em
meu imaginário é apenas as ima-
gens dos livros, enciclopédias e ^{TV} que mostram os astronautas flutuam-
do. Não sei dizer a relação desse
imagem com a gravidade de
fato. Sobre a radiação não sei di-
zer nada nem vou arriscar dizer
por esta razão.



Camadas Atmosféricas – Rafael e Márcia

Ao subirmos com um foguete, partindo da superfície da Terra, vamos percebendo a necessidade de obtermos o gás oxigênio, provavelmente por conta do ar rarefeito e da baixa pressão.

Ao voltar para o lado, verificamos alguns satélites artificiais, bem como do nosso satélite natural, a Lua. Além disso, há muitos detritos ao redor. Eles ficam orbitando o nosso planeta, devido a baixa gravidade. Inclusive, começam a brincar.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

Camadas Atmosféricas – Jucicleide, Ernesto e Tércia

- x Após o colar, com o deslocamento a "camada azul" vai ficando para trás, dando espóss a nuvem
- x Há possibilidades de encontrar luz espacial ao entrar em órbita
- x Ao se deslocar, o foco em Marte, permite o aumento aparente deste corpo, e a diminuição da Terra.
- x Há ainda a sensação da perda de gravidade ao sair da nossa atmosfera
- x Ao chegar em Marte, a gravidade é bem diferente, menor. O pouso em terras marcianas não proporciona a mesma gravidade, pois a gravidade não é a mesma pois a atm é bem diferente + fina.

CETAC

Professores:

Jucicleide
Ernesto
Tércia

ANEXO C - ATIVIDADE ELABORADA PELO PROFESSOR RAFAEL LONGUINHO

	COLÉGIO ESTADUAL DE TEMPO INTEGRAL ASSIS CHATEAUBRIAND				
	Estudante:				
	Componente Curricular: Química			Professor: Me. Rafael Longuinhos	
Série: 1º ano		Turma:	Turno:	Peso: 2,0	Data:
INSTRUÇÕES:					
1. Você está recebendo um texto de ficção que faz parte de uma Atividade Formativa sobre Detritos Espaciais no ensino de Química, que serviu como base para a elaboração das questões do teste de Química em formato digital, disponível no <i>Google Classroom</i> (código da turma: fgl4vfv). 2. Após as discussões em sala de aula sobre a temática, responda ao questionário avaliativo disponível no <i>Google Forms</i>: https://forms.gle/RUMsqfp6r2sKhfp98. 3. O questionário contém 20 questões, cada uma valendo de 0,0 a 0,1 ponto. 4. Utilize o texto "A Chuva de Fogo: Quando o Espaço Ataca a Terra" como referência para responder às questões. 5. A participação no questionário é individual. O grupo formado em sala de aula servirá apenas para a discussão do texto.					
A Chuva de Fogo: Quando o Espaço Ataca a Terra					
O primeiro impacto ocorreu sem aviso. Um fragmento de satélite desativado, com alta densidade e composição metálica, atingiu um arranha-céu na Bahia, perfurando os andares superiores do edifício, localizados acima do 20º andar, antes de explodir ao contato com o solo. O impacto gerou uma onda de choque que estilhaçou vidraças em um raio de centenas de metros, espalhando destroços e poeira radioativa pela cidade. A energia cinética acumulada na reentrada atmosférica transformou o edifício em uma pilha de destroços fumegantes. A mídia noticiava o evento como um acaso, mas a verdade era mais preocupante: a Terra havia se tornado um alvo constante de sua própria sucata espacial. Dia após dia, detritos oriundos de colisões entre satélites, estágios de foguetes e fragmentos de asteroides despencavam da órbita. Sua velocidade orbital, de aproximadamente 28.000 km/h, aumentava a intensidade dos impactos, liberando quantidades colossais de calor. A alta temperatura gerada pela compressão do ar durante a reentrada fazia com que muitos desses fragmentos chegassem em estado incandescente ao solo, incendiando florestas e matando animais por onde passavam. Em Salvador, um grande fragmento metálico atingiu os andares do Elevador Lacerda, comprometendo sua estrutura histórica. Próximo ao Pelourinho, uma peça de um antigo satélite de telecomunicações perfurou o telhado de uma igreja colonial, causando um incêndio que destruiu parte de seu acervo artístico. Já em Porto Seguro, uma chuva de destroços caiu sobre a Cidade Histórica, danificando construções centenárias que remontam ao período do descobrimento do Brasil. Em Angra dos Reis, um pequeno pedaço de liga metálica, rico em ferro e titânio, atingiu uma estrutura próxima à usina nuclear. O impacto liberou radiação residual armazenada no local, espalhando partículas ionizantes pela atmosfera. Com o vento, a contaminação se espalhou para áreas urbanas, causando um surto de doenças associadas à exposição radioativa. Crianças e idosos foram os mais afetados, apresentando sintomas como queimaduras na pele, náuseas e queda de cabelo. Hospitais ficaram sobrecarregados, sem recursos suficientes para tratar os contaminados. Além da radiação liberada pela usina, os próprios detritos espaciais continham elementos radioativos utilizados em missões espaciais. Componentes de reatores nucleares de satélites obsoletos espalhavam isótopos perigosos pelo solo e pela água, contaminando rios e lençóis freáticos. No Rio de Janeiro, o Cristo Redentor teve sua estrutura comprometida quando um módulo de uma sonda interplanetária obsoleta colidiu contra a pedra-					

sabão de sua base. A deformação do material, devido à absorção de calor e à pressão mecânica, era um lembrete brutal da resistência e fragilidade dos minerais.

Outros estados brasileiros também foram afetados. Em Belo Horizonte, um fragmento de foguete impactou a Praça da Liberdade, destruindo parte de sua arquitetura histórica. No Pantanal, restos de satélites em combustão incendiaram vastas áreas de vegetação, agravando ainda mais os danos ambientais. Em Brasília, uma peça de alumínio revestido com cerâmica, remanescente de uma estação espacial desativada, atravessou o telhado de um colégio e derreteu parcialmente ao atingir a biblioteca, liberando vapores tóxicos ao reagir com produtos químicos armazenados ali.

A situação era crítica não apenas no Brasil. Em Buenos Aires, a icônica Casa Rosada teve sua fachada danificada pelo impacto de um pedaço de satélite desintegrado. No México, fragmentos atingiram pirâmides maias, comprometendo séculos de história. Na Europa, cidades como Paris e Roma viram monumentos históricos sofrerem danos irreversíveis. A Torre Eiffel teve sua estrutura metálica perfurada por um detrito espacial, enquanto o Coliseu sofreu rachaduras severas após ser atingido por um fragmento de motor de foguete.

As propriedades gerais da matéria eram visíveis em cada evento. A inércia impedia que os detritos reduzissem sua velocidade naturalmente no vácuo do espaço, tornando-os projéteis letais quando atraídos pela gravidade terrestre. A massa dos objetos determinava a energia liberada no impacto, e a impenetrabilidade garantia que, ao colidirem com edifícios, escolas e monumentos históricos, a destruição fosse inevitável.

Já as propriedades específicas da matéria influenciavam diretamente os estragos causados. A condutividade térmica dos metais ajudava a espalhar incêndios quando pedaços de satélites em combustão atingiam depósitos de combustível ou áreas de mata seca. A dureza de certos compostos metálicos fazia com que atravessassem várias camadas de concreto antes de perderem força.

A situação se agravava porque o volume de lixo espacial aumentava exponencialmente, resultado de décadas de exploração desordenada. A Lei de Kessler, um conceito astronômico que previa a formação de uma cascata de colisões entre detritos, já não era apenas uma teoria – estava em curso. Cada impacto criava mais fragmentos, que, por sua vez, colidiam com novos alvos em órbita, perpetuando o ciclo.

A crise exigia soluções que unissem a Astronomia e a Química. Pesquisadores tentavam desenvolver materiais ablativos que reduzissem os danos na reentrada, enquanto projetos de propulsão eletromagnética eram testados para retirar detritos da órbita. No entanto, a pergunta persistia: será que a humanidade conseguiria reverter esse caos antes de a própria Terra se tornar inabitável?

O céu, antes fonte de mistério e fascínio, agora era uma ameaça constante. O espaço, com sua vastidão impiedosa, lembrava à humanidade que, por mais que dominássemos a ciência dos elementos, ainda éramos vulneráveis às consequências de nossos próprios erros.

Nota:

*Este texto ficcional foi elaborado pelo Prof. Rafael Longuinhos, egresso do Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e membro da **Comunidade de Práticas – Educação Científica** do Colégio Estadual de Tempo Integral Assis Chateaubriand (CETIAC), com auxílio da Inteligência Artificial, objetivando explorar a Astronomia como tema transversal no ensino de Química, destacando conceitos como propriedades da matéria, reentrada atmosférica e impactos ambientais decorrentes dos detritos espaciais (lixo espacial).*

Temas geradores que serão usados para promover discussões com os estudantes antes de responderem às questões:

O Impacto do Lixo Espacial na Vida Terrestre

Pergunta norteadora: Como os detritos espaciais podem afetar diretamente nossas vidas e o meio ambiente?

- *Discutir os riscos de colisões com satélites, aviões e estruturas terrestres.*
- *Explorar os impactos ambientais, como incêndios florestais e contaminação radioativa.*
- *Relacionar com a responsabilidade humana na geração e no controle do lixo espacial.*

Propriedades da Matéria e os Efeitos dos Detritos Espaciais

Pergunta norteadora: De que forma as propriedades gerais e específicas da matéria influenciam a destruição causada pelos detritos espaciais?

- *Analisar a influência da inércia, massa e impenetrabilidade nos impactos.*
- *Discutir como condutividade térmica, dureza e ponto de fusão contribuem para os danos.*
- *Relacionar os conceitos da Química com os efeitos físicos observados no texto.*

Astronomia e Química: Um Diálogo Necessário

Pergunta norteadora: Por que é importante estudar Astronomia dentro do ensino de Química?

- *Discutir como os fenômenos astronômicos envolvem conceitos químicos, como combustão e radiação.*
- *Explorar a interdisciplinaridade no ensino de Ciências.*
- *Refletir sobre como a exploração espacial influencia a tecnologia e o cotidiano.*

Tecnologia e Responsabilidade no Uso do Espaço

Pergunta norteadora: Como a humanidade pode evitar que o lixo espacial se torne um problema ainda maior no futuro?

- *Discutir possíveis soluções para a remoção e prevenção do lixo espacial.*
- *Relacionar avanços tecnológicos e a ética na exploração espacial.*
- *Refletir sobre a responsabilidade dos países e empresas no gerenciamento de detritos orbitais.*

Questionário Avaliativo

1º) O impacto dos detritos espaciais ao reentrarem na atmosfera libera grandes quantidades de calor. Esse fenômeno ocorre devido:

- a) À elevada condutividade elétrica dos fragmentos.
- b) À conversão da energia cinética em energia térmica. ☒
- c) À ausência de oxigênio na atmosfera superior.
- d) À composição química dos detritos, rica em metais nobres.

2º) A condutividade térmica dos metais presentes nos detritos espaciais contribuiu para a propagação de incêndios. Isso acontece porque:

- a) Os metais armazenam calor indefinidamente.
- b) O calor se propaga mais rapidamente em materiais metálicos. ☒
- c) Os metais se tornam inflamáveis quando aquecidos.
- d) A alta temperatura dos detritos impede que eles atinjam o solo.

3º) Os detritos espaciais e a radiação liberada pela usina nuclear causaram contaminação ambiental. Qual dos elementos a seguir pode ser encontrado em satélites nucleares desativados?

- a) Carbono-14
- b) Urânio-235 ☒
- c) Enxofre-32
- d) Potássio-40

4º) A destruição de monumentos históricos na Bahia e em outros locais foi influenciada pela resistência e fragilidade dos materiais. Qual das seguintes propriedades da matéria determina a resistência de um material ao risco e ao impacto?

- a) Densidade
- b) Dureza ☒
- c) Maleabilidade
- d) Solubilidade

5º) A Lei de Kessler prevê que a quantidade de lixo espacial pode gerar colisões em cascata. Esse conceito está relacionado ao fato de que:

- a) Os fragmentos espaciais perdem velocidade com o tempo.
- b) A gravidade terrestre empurra os detritos para longe da órbita.

c) O aumento dos detritos eleva a probabilidade de novos impactos. ☒

d) O lixo espacial é rapidamente desintegrado pela radiação solar.

6º) Os detritos espaciais são compostos por diferentes materiais, que reagem de formas distintas ao calor da reentrada. A propriedade da matéria que determina a facilidade com que um material derrete é:

- a) Ponto de fusão. ☒
- b) Densidade.
- c) Condutividade elétrica.
- d) Ductilidade.

7º) A liberação de radiação na atmosfera causou impactos na saúde da população, como queimaduras e queda de cabelo. Esses sintomas estão associados à:

- a) Exposição a ondas sonoras de alta frequência.
- b) Emissão de partículas ionizantes. ☒
- c) Absorção de gases tóxicos presentes no lixo espacial.
- d) Reação química dos detritos com a camada de ozônio.

8º) O aumento do lixo espacial tem relação direta com a exploração desordenada da órbita terrestre. Qual das alternativas apresenta uma solução sustentável para reduzir a poluição espacial?

- a) Lançamento de satélites com tempo de vida útil ilimitado.
- b) Construção de foguetes com maior resistência mecânica.
- c) Uso de tecnologias que permitam a remoção de detritos da órbita. ☒
- d) Criação de novas órbitas para armazenar o lixo espacial.

9º) A Astronomia e a Química se complementam no estudo do lixo espacial, pois:

- a) A Astronomia estuda a trajetória dos detritos, enquanto a Química analisa sua composição. ☒
- b) A Química explica os movimentos dos detritos, e a Astronomia determina seus impactos.

c) Ambas as ciências se concentram exclusivamente na observação de corpos celestes.

d) A Química estuda os efeitos gravitacionais, enquanto a Astronomia estuda reações químicas.

10º) A impenetrabilidade, uma propriedade geral da matéria, explica por que os detritos espaciais causam destruição ao atingirem edifícios, pois:

a) Dois corpos não podem ocupar o mesmo espaço ao mesmo tempo. ✓

b) A gravidade terrestre repele objetos em movimento.

c) Os fragmentos perdem massa ao entrar na atmosfera.

d) O ar impede que os detritos toquem a superfície terrestre.

11º) A inércia é observada nos detritos espaciais porque:

a) Eles permanecem em movimento até serem desacelerados por uma força externa. ✓

b) A atmosfera acelera os fragmentos em sua trajetória de queda.

c) Os detritos perdem velocidade devido à ausência de gravidade.

d) A velocidade dos fragmentos não interfere na força do impacto.

12º) A destruição causada pelos detritos espaciais pode ser relacionada à sua massa. Qual das alternativas melhor explica essa relação?

a) Quanto maior a massa, menor a energia do impacto.

b) Quanto menor a massa, maior a força do impacto.

c) A massa dos detritos determina a quantidade de energia transferida na colisão. ✓

d) A massa dos fragmentos não influencia a destruição causada.

13º) A extensão dos danos causados pelos detritos espaciais depende da compressibilidade do ar. Essa propriedade influencia porque:

a) O ar absorve completamente o impacto dos fragmentos.

b) A resistência do ar reduz a velocidade dos detritos antes do impacto. ✓

c) O ar aumenta a força de colisão ao empurrar os fragmentos contra o solo.

d) A compressibilidade do ar torna os detritos mais densos.

14º) A desintegração de parte dos detritos espaciais ao entrarem na atmosfera pode ser explicada pelo conceito de:

a) Elasticidade

b) Divisibilidade ✓

c) Ductilidade

d) Maleabilidade

15º) A dureza de certos metais presentes nos detritos espaciais contribuiu para os danos estruturais aos monumentos históricos porque:

a) Materiais mais duros conseguem riscar e perfurar superfícies menos resistentes. ✓

b) A dureza aumenta a maleabilidade dos detritos no impacto.

c) Quanto mais duro o material, menor a destruição causada.

d) Os detritos perdem a dureza ao atravessarem a atmosfera.

16º) O calor gerado na reentrada dos detritos espaciais fez com que alguns materiais se fundissem ao colidirem com prédios e monumentos. A propriedade específica da matéria que determina essa fusão é:

a) Densidade

b) Ponto de fusão ✓

c) Tenacidade

d) Viscosidade

17º) A capacidade de os metais dos detritos espaciais conduzirem calor, provocando incêndios, está relacionada à propriedade chamada:

a) Condutividade térmica ✓

b) Solubilidade

c) Maleabilidade

d) Elasticidade

18º) Os fragmentos de satélites e foguetes possuíam diferentes massas e volumes. A relação entre a massa e o volume de um material define sua:

a) Condutividade elétrica

b) Densidade ✓

c) Maleabilidade

d) Dureza

RESOÇÃO DA ATIVIDADE ELABORADA PELO PROFESSOR RAFAEL LONGUINHO

Propriedades Gerais e Específicas da Matéria

A atividade proposta é:

- 1° Formar grupos na sala para leitura do texto.
- 2° Discussão juntamente com os bolsistas do Pibid
- 3° Solicitar que respondam o Google Forms. São as mesmas questões do PDF. Pelo Forms, a correção é automática e gera gráficos.

Figura 37 – Aplicação da Atividade Turma do Professor Rafael Longuinho



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 38 – Aplicação da Atividade Turma do Professor Rafael Longuinho



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

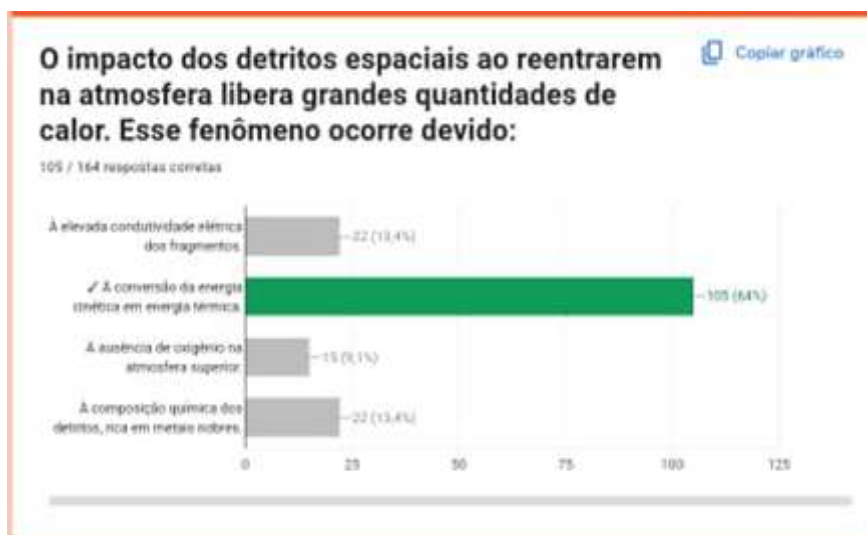
Figura 39 – Aplicação da Atividade Turma do Professor Rafael Longuinho



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

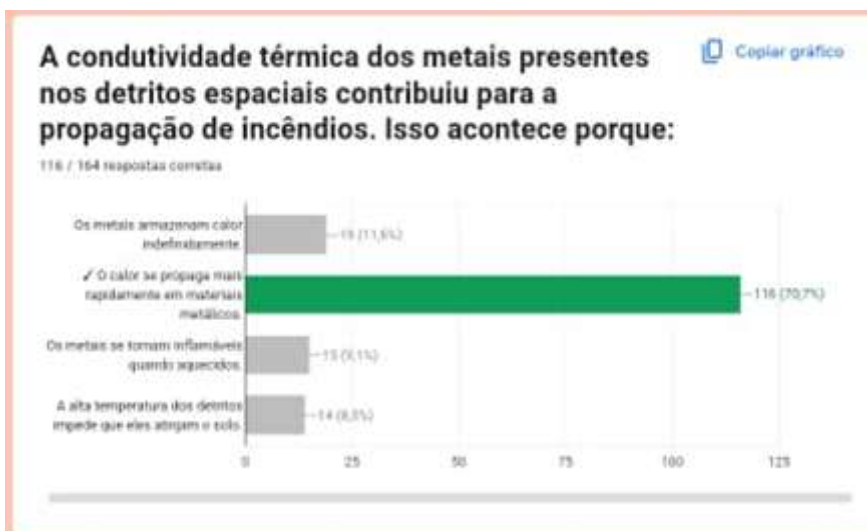
RESPOSTAS DAS QUESTÕES

Figura 40 – Resposta da questão 1 do questionário avaliativo



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 41 – Resposta da questão 2 do questionário avaliativo



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 42 – Resposta da questão 3 do questionário avaliativo



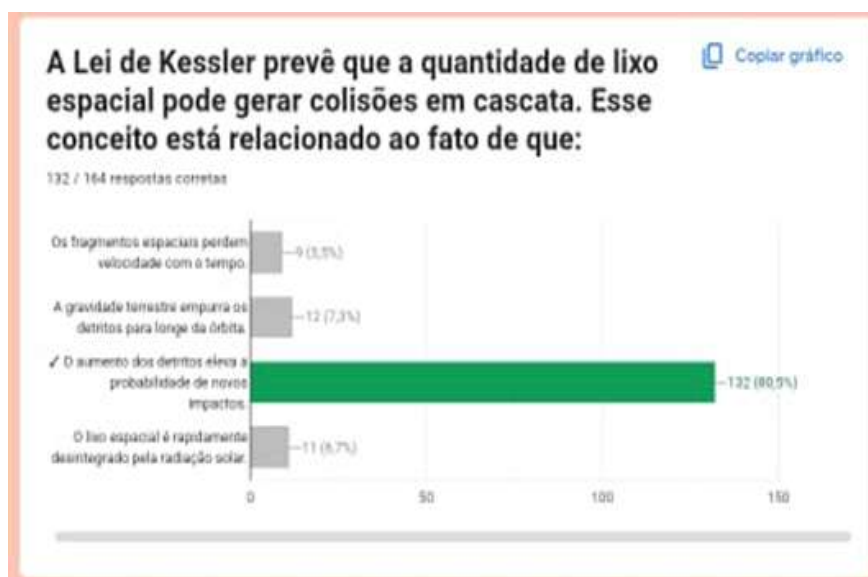
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 43 – Resposta da questão 4 do questionário avaliativo



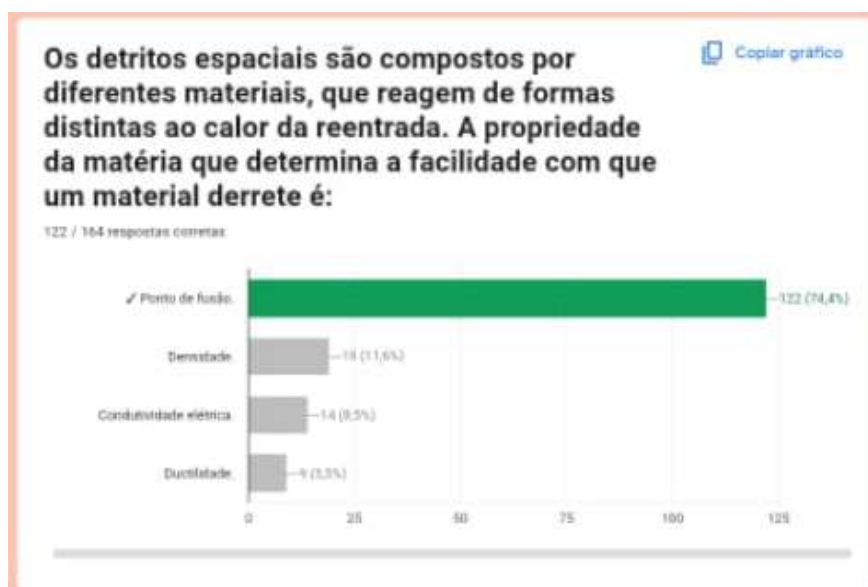
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 44 – Resposta da questão 5 do questionário avaliativo



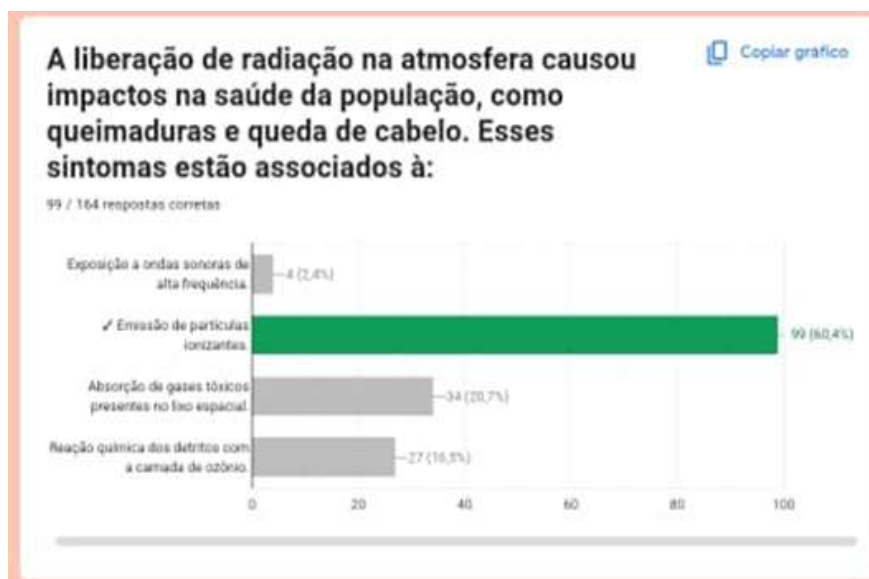
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 45 – Resposta da questão 6 do questionário avaliativo



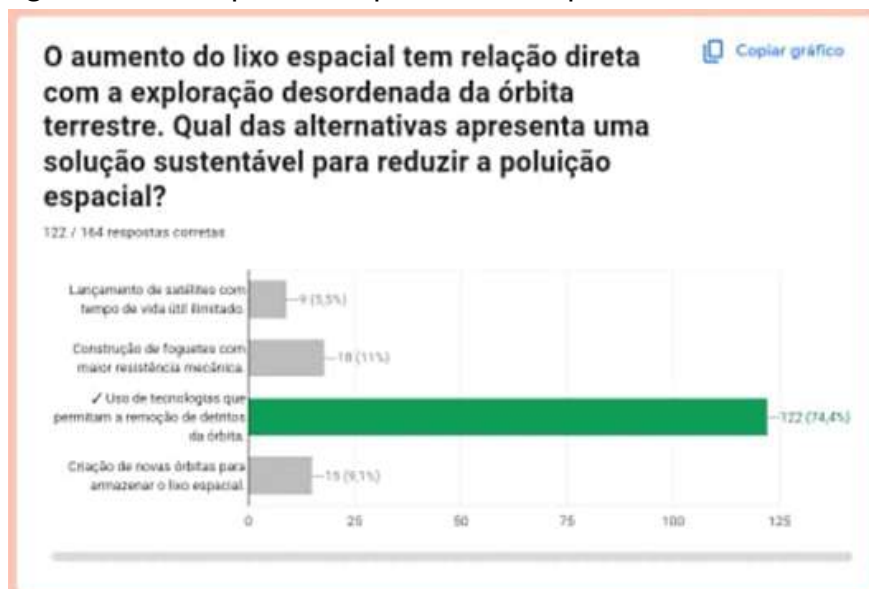
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 46 – Resposta da questão 7 do questionário avaliativo



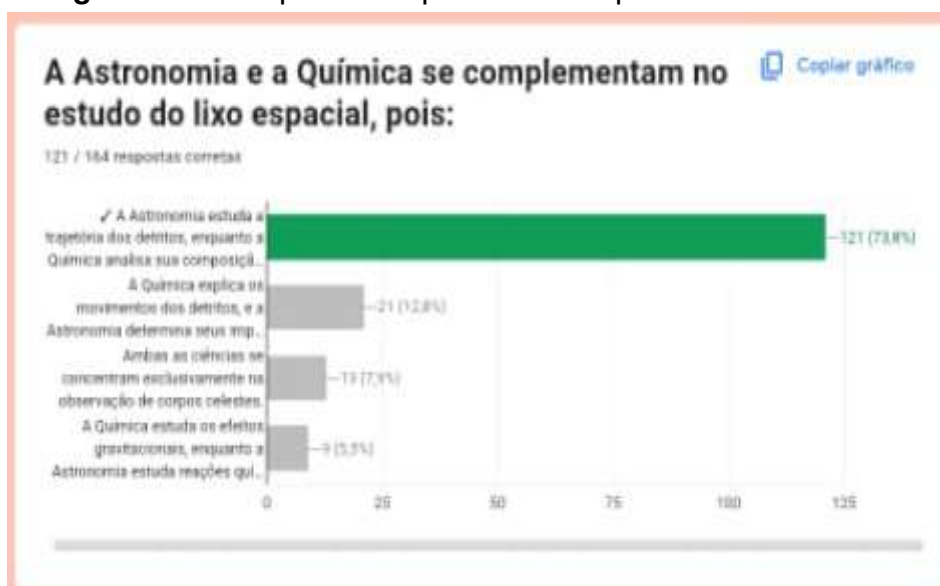
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 47 – Resposta da questão 8 do questionário avaliativo



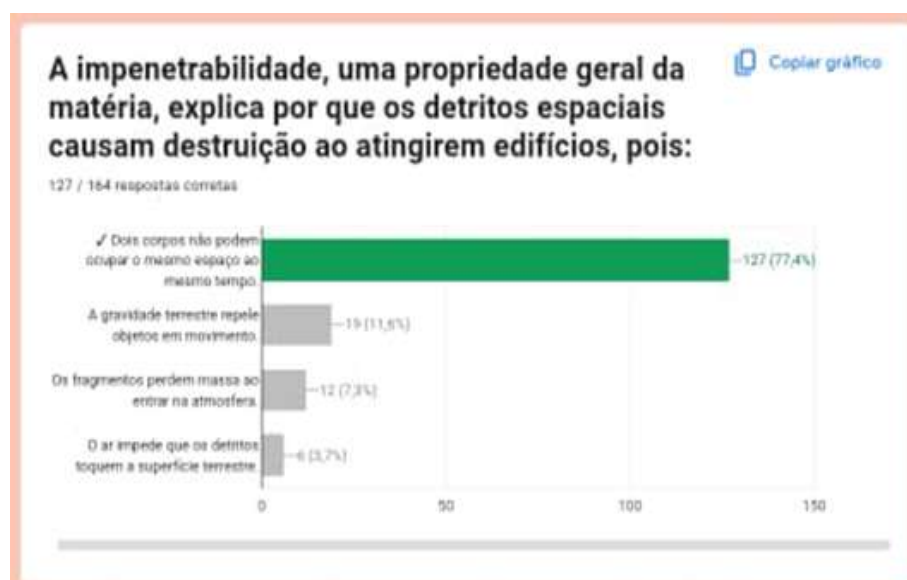
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 48 – Resposta da questão 9 do questionário avaliativo



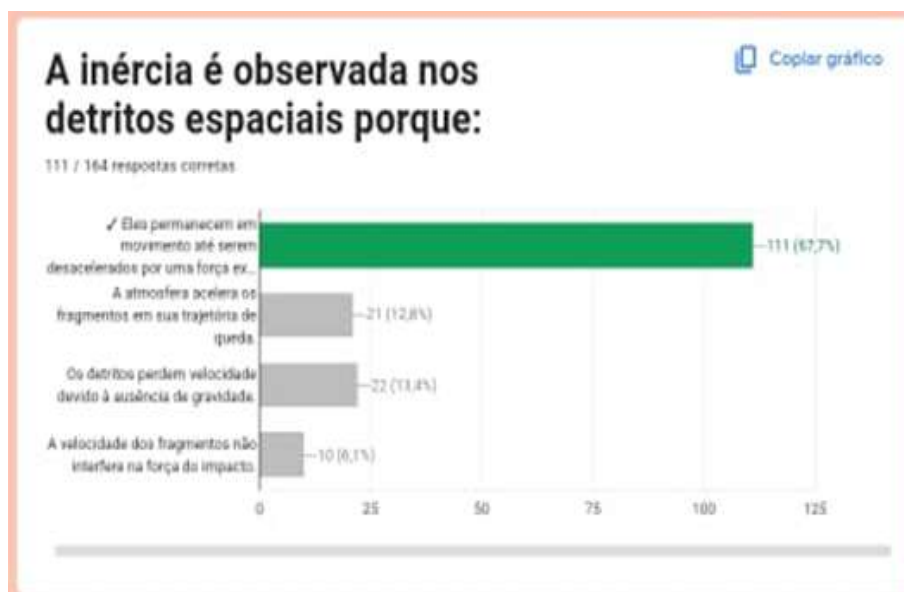
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 49 – Resposta da questão 10 do questionário avaliativo



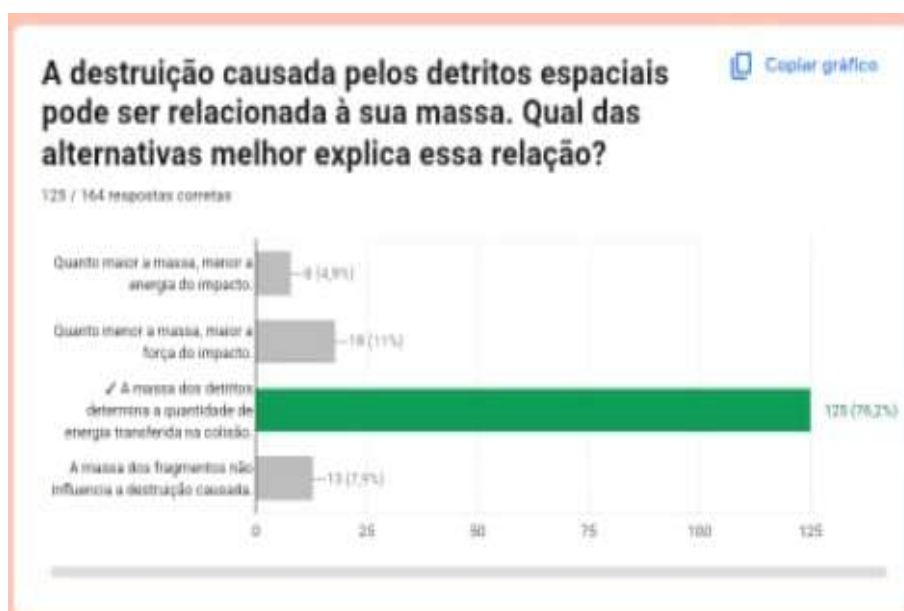
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 50 – Resposta da questão 11 do questionário avaliativo



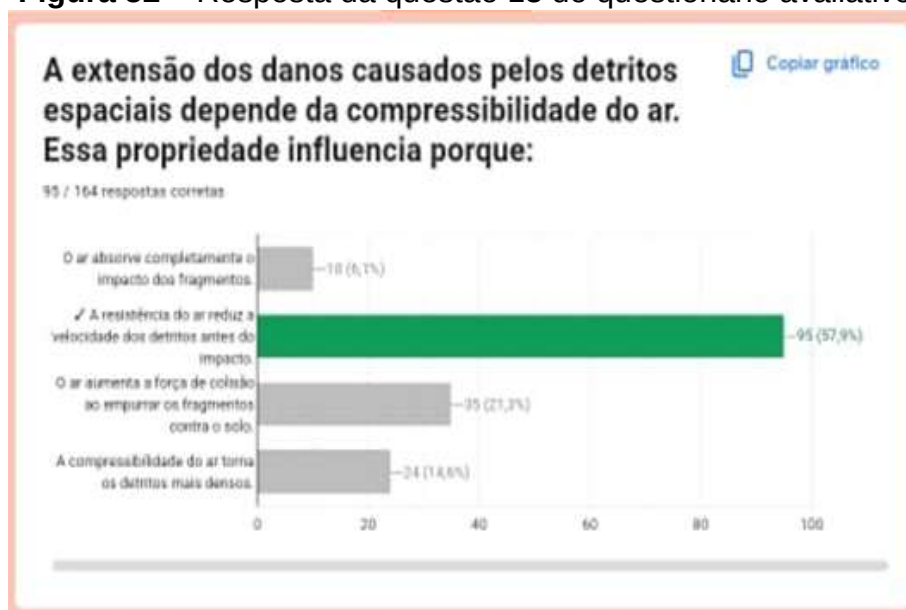
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 51 – Resposta da questão 12 do questionário avaliativo



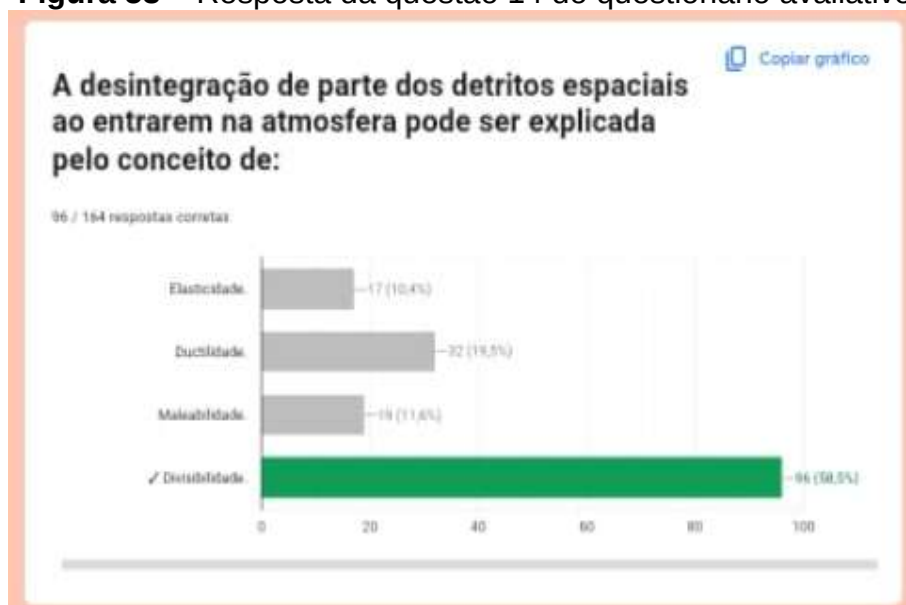
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 52 – Resposta da questão 13 do questionário avaliativo



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 53 – Resposta da questão 14 do questionário avaliativo



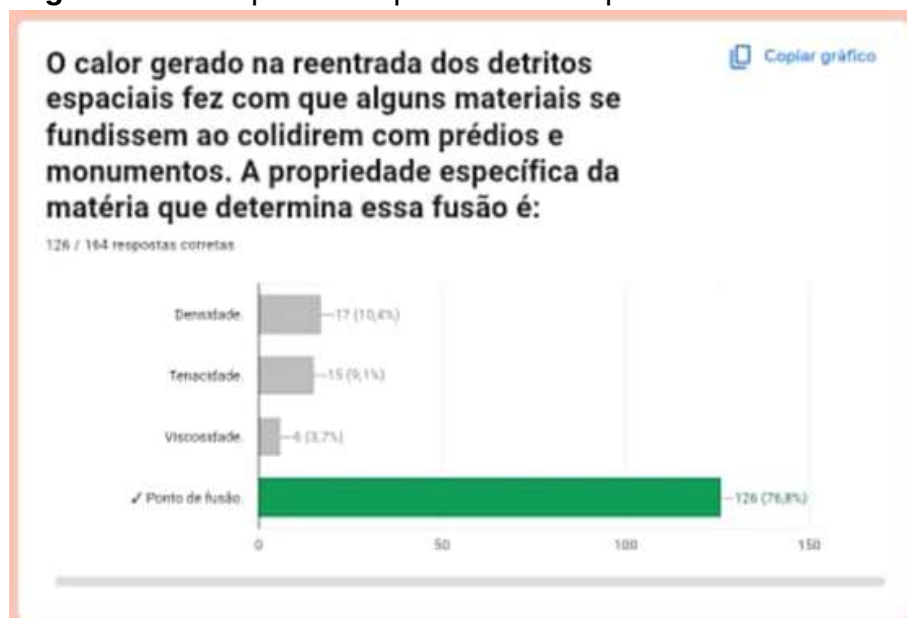
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 54 – Resposta da questão 15 do questionário avaliativo



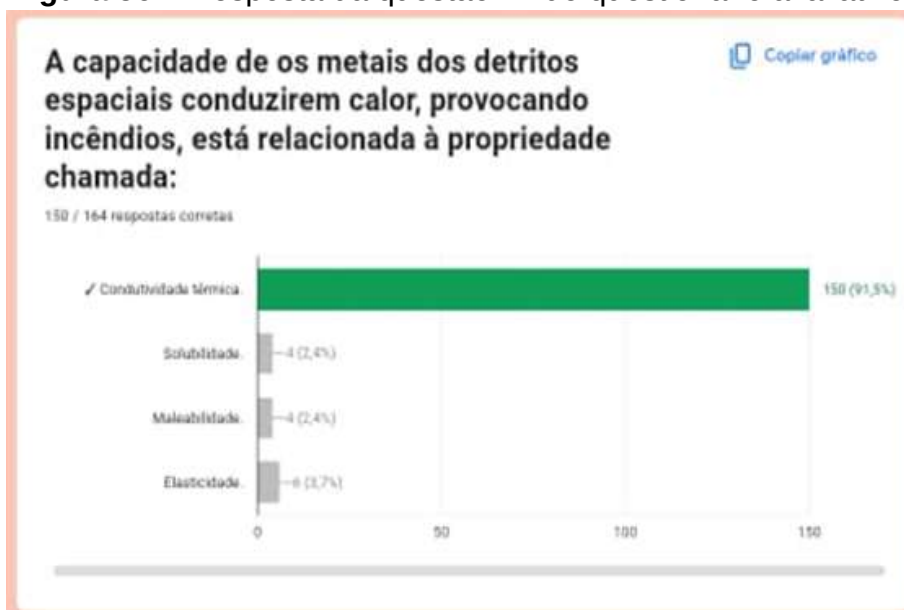
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 55 – Resposta da questão 16 do questionário avaliativo



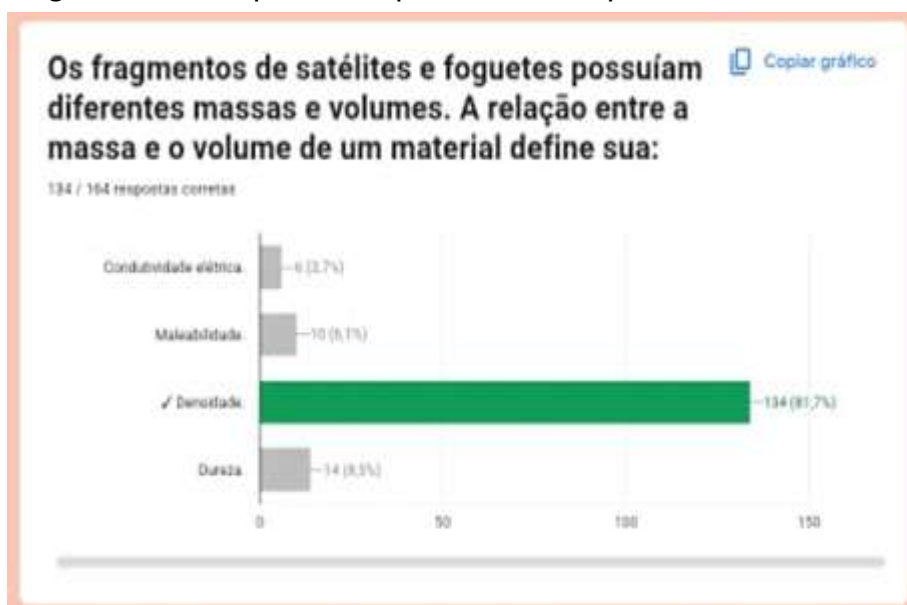
Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 56 – Resposta da questão 17 do questionário avaliativo



Fonte: Rafael Longuinho (2025).

Figura 57 – Resposta da questão 18 do questionário avaliativo



Fonte: Rafael Longuinho (2025).