

OS DETRITOS ESPACIAIS E A SUSTENTABILIDADE ORBITAL TERRESTRE: UMA PROPOSTA DE ENSINO VOLTADA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

 Valéria Santos Corbacho¹
 Jean Paulo dos Santos Carvalho^{1,2}

Resumo: A utilização e o acesso ao nosso ambiente espacial representam um verdadeiro avanço para a humanidade. Grande parte da vida contemporânea é dependente do aparato tecnológico enviado e estabelecido em órbita do planeta Terra, que beneficia muitas áreas de nossas atividades, nos fornece vários serviços e dinamiza a economia, além de possibilitar a aquisição de conhecimentos para a evolução da ciência e da exploração espacial. Porém, esse enorme potencial, gerado no espaço orbital, pode estar ameaçado de destruição pelo crescente número dos detritos espaciais (lixo espacial). Nessa perspectiva, em analisar a fragilidade e possíveis ameaças a este ambiente espacial, é que foi estabelecida a interdisciplinaridade e a inserção da Astronomia na sala de aula. A Astronomia possui um potencial substancial para se associar as disciplinas do currículo básico escolar brasileiro, auxiliando com o desenvolvimento de conceitos e do pensamento científico, e favorecendo várias contribuições para o ensino das Ciências Humanas, em particular, a Geografia. A proposta metodológica adotada para o desenvolvimento deste estudo nos anos finais do ensino fundamental foi pautada em oficinas temáticas, que foram realizadas com o engajamento dos alunos, na perspectiva de um aprendizado significativo e que desenvolva nos discentes o interesse e a busca pelo conhecimento científico.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Detrito espacial; Astronomia; Educação Básica.

DESECHOS ESPACIALES Y SOSTENIBILIDAD ORBITAL TERRESTRE: UNA PROPUESTA EDUCATIVA ENFOCADA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

Resumen: El uso y acceso a nuestro entorno espacial representa un verdadero avance para la humanidad. Gran parte de la vida contemporánea depende del aparato tecnológico enviado y establecido en órbita del planeta Tierra, que beneficia muchas áreas de nuestras actividades, nos brinda diversos servicios y dinamiza la economía, además de posibilitar la adquisición de conocimientos para la evolución de la ciencia y la exploración espacial. Sin embargo, este enorme potencial, generado en espacio orbital, puede verse amenazado de destrucción por el creciente número de desechos espaciales (basura espacial). Desde esa perspectiva, al analizar la fragilidad y las posibles amenazas a este entorno espacial, se estableció la interdisciplinariedad y la inserción de la Astronomía en el aula. La Astronomía tiene un potencial sustancial para ser asociada a las disciplinas del currículo de la escuela básica brasileña, ayudando al desarrollo de conceptos y pensamiento científico, y favoreciendo diversas contribuciones a la enseñanza de las Ciencias Humanas, en particular, la Geografía. La propuesta metodológica adoptada para el desarrollo de este estudio en los últimos años de la enseñanza fundamental se basó en talleres temáticos, que fueron realizados con el compromiso de los estudiantes, en la perspectiva de un aprendizaje significativo y que desarrolle en los estudiantes el interés y la búsqueda del conocimiento científico.

Palabras clave: Sostenibilidad; Basura espacial; Astronomía; Educación básica.

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, Brasil. E-mail: corbachonet@gmail.com

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Feira de Santana, Brasil. E-mail: jeanfeg@gmail.com

SPACE DEBRIS AND TERRESTRIAL ORBITAL SUSTAINABILITY: AN EDUCATION PROPOSAL FOCUSED ON BASIC EDUCATION

Abstract: The use and access to our space environment represent a true advance for humanity. Much of contemporary life is dependent on the technological apparatus sent and established in orbit of the planet Earth, which benefits many areas of our activities, provides us with various services and dynamizes the economy, in addition to enabling the acquisition of knowledge for the evolution of science and of space exploration. However, this enormous potential, generated in the orbital space, may be threatened with destruction by the growing number of space debris (space junk). From this perspective, it is by analyzing the fragility and possible threats to this space environment that interdisciplinarity and the insertion of Astronomy in the classroom were established. Astronomy has a substantial potential to be associated with the disciplines of the Brazilian basic school curriculum, helping with the development of concepts and scientific thinking, and favoring various contributions to the teaching of Human Sciences, in particular, Geography. The methodological proposal adopted for the development of this study in the final years of elementary school was based on thematic workshops, which were carried out with the engagement of the students, in the perspective of a meaningful learning and that develops in the students the interest and the search for scientific knowledge.

Keywords: Sustainability; Space debris; Astronomy; Basic education.

1 Introdução

Inserir conteúdos de Astronomia no curriculum da educação básica no Brasil é uma tarefa instigante e ao mesmo tempo desafiadora. Instigante por que aguça e desperta o interesse dos estudantes da educação básica pelos saberes científicos relacionados à Astronomia, e desafiador por que existe uma enorme carência na educação básica de iniciativas que promovam uma integração do conhecimento da Astronomia com as outras diversas ciências aplicadas no currículo do ensino básico brasileiro. A fim de possibilitar uma ação educativa que articule a interdisciplinaridade entre a Astronomia e as outras ciências inseridas no curriculum da educação básica é que foi proposto este trabalho, com o propósito de diminuir essa carência de informações a este nível de ensino.

A partir de uma compreensão mais aprofundada dos conceitos relacionados à Astronomia, espera-se que os discentes possam refletir sobre a importância da Terra e sobre os impactos que os detritos espaciais podem causar, sobre a postura da espécie humana no Universo e sua forma de interagir com a natureza, incluindo o espaço orbital da Terra, buscando formas mais sustentáveis.

Desde o início da era espacial, tem havido mais detritos espaciais em órbita do que satélites operacionais. Ao longo das décadas seguintes os lançamentos de satélites se multiplicaram e o acúmulo deles no espaço orbital terrestre cresceu de forma ascendente e paralela à necessidade que se faz do seu uso pela sociedade moderna. Desde então, após o lançamento do Sputnik (1957), já foram lançados 15880 satélites artificiais (ESA 2023), esse número aponta o quanto a humanidade atual se tornou dependente desta tecnologia ao longo das últimas seis décadas. Os satélites são utilizados em diversas áreas como na comunicação, observação da Terra e dos astros, navegação (GPS), avanços científicos, meteorologia, desenvolvimento tecnológico, exploração espacial, voo tripulado, e outros fins.

Segundo dados divulgados no sítio da Agência Espacial Europeia (ESA 2023), há cerca de 8600 satélites ativos em órbita da Terra, e o restante dos que já foram enviados, quando terminada sua funcionalidade, se configuram como detritos espaciais ou lixo espacial. Muitos desses satélites desativados continuam em órbita terrestre poluindo o ambiente espacial e criando mais detritos espaciais devido a explosões e colisões entre estes objetos, que vêm se tornando um sério problema, tanto para a continuidade da exploração espacial, quanto para as questões ambientais e econômicas que ocorrem em órbita ou na superfície terrestre.

O lixo espacial é definido pela Agência Espacial Europeia (ESA 2021) “*como todos os objetos artificiais, incluindo fragmentos e elementos dos mesmos, em órbita da Terra ou reentrando na atmosfera, que não são funcionais.*” Completando o conceito a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), estabelece que os 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).

Nesse sentido, torna-se pertinente algumas indagações, presentes na Figura 1, acerca dessa problemática que deram suporte ao desenvolvimento deste trabalho. Para onde vão todos os objetos utilizados na exploração espacial quando perdem sua funcionalidade? Como se encontra a órbita terrestre após décadas de exploração espacial? Os estudantes da educação básica possuem conhecimento sobre a temática do lixo espacial? Quais implicações e riscos que o acúmulo do lixo espacial pode provocar nas novas descobertas científicas sobre o espaço? Quais ações a indústria aeroespacial tem realizado para reduzir a quantidade e os efeitos do lixo espacial? O tema lixo espacial é abordado pelos livros didáticos da educação básica, em caso positivo, qual o nível de informação e/ou argumentação desta abordagem? Quais as consequências econômicas, sociais e ambientais geradas pelo acúmulo desse lixo espacial em órbita e no ambiente terrestre? E na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a temática sobre o lixo espacial encontra-se presente?



Figura 1- Indagações acerca do lixo espacial
Fonte: produzido pelos autores

Este trabalho possui como objetivo geral analisar como a problemática do Lixo espacial em órbita da Terra pode interferir na exploração do espaço e gerar consequências sociais, econômicas e ambientais na superfície terrestre; instigando os alunos a conhecerem os saberes relacionados à Astronomia e à Geografia, e contribuindo dessa maneira para a formação de sujeitos mais críticos e conscientes de sua posição e ação no Universo.

2 Fundamentação Teórica

Nesta seção, apresentamos uma descrição sobre a Astronomia e a educação formal, veículos espaciais e detritos espaciais.

2.1 A Astronomia e a Educação Formal

Como descrito nas definições das competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), (BRASIL 2018, p. 8), “*a educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza*”. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 expressa a importância de se trabalhar com as diferentes áreas de conhecimento que contemplem uma formação plena dos discentes. O ensino da Astronomia, inserido desde os anos iniciais da educação fundamental, tornou-se mais presente nos currículos escolares a partir da introdução dos temas transversais nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e das unidades temáticas, na BNCC.

Os PCN são os documentos que dão suporte à elaboração dos currículos da educação básica, e a Astronomia como uma ciência interdisciplinar, aparece no eixo temático Terra e Universo, onde os conteúdos referentes a esta ciência se encontram na área de conhecimento das Ciências Naturais, no 3º e 4º ciclos do ensino fundamental. Para os PCN um dos principais objetivos do ensino fundamental é que os alunos sejam capazes de: “*perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente.*” (PCN 1998, p. 55). A intenção é tornar o discente como o sujeito de sua própria formação, em um processo interativo entre alunos, professores e conhecimento.

A BNCC passa a determinar, em nível nacional, os conhecimentos fundamentais que todos os alunos devem ter acesso, em prática desde 2019, estruturam os currículos da educação básica, e começam a ser construídos através de competências e habilidades, e distribuídos em unidades temáticas. Os conteúdos relacionados à Astronomia, no componente curricular Ciências da Natureza e suas Tecnologias, estão inseridos na unidade temática – Terra e Universo (ensino fundamental II), como também na unidade temática – Vida, Terra e Cosmos (ensino médio). Dessa forma, a Astronomia consolidou-se no currículo, sendo agora colocada dentro de uma das unidades temáticas a serem trabalhadas em todas as séries da educação básica – do 1º ano do ensino fundamental até o ensino médio.

É fato que com os PCN e a BNCC ocorreram mudanças no currículo da educação básica brasileira, o que fortaleceu a inserção da Astronomia a este nível de ensino. Embora a política educacional do Brasil tenha se estruturado para promover uma abrangência da Astronomia na Educação Básica, a realidade escolar ainda não contempla as expectativas desejáveis. Muitos docentes não se sentem seguros para abordar as temáticas relacionadas à Astronomia, devido à

ausência e/ou infrequência desse tema durante sua formação acadêmica, somado a isso Langhi e Nardi (2016) ainda acrescentam outras questões como: bibliografia reduzida, dificuldade de contextualização, e pouco tempo para capacitação docente sobre a Astronomia.

A realidade concreta das escolas da educação básica nem sempre contemplam o que se propõe no currículo, muito se têm ainda a caminhar e organizar, é necessário um processo de formação docente que contemple as novas exigências adotadas pela política educacional brasileira. Diante desta realidade, justificamos a necessidade deste estudo – Detritos Espaciais e Sustentabilidade Orbital Terrestre, pois o mesmo promoveu a inserção de temas relacionados à Astronomia na sala de aula, através da interdisciplinaridade com o componente curricular Geografia.

Desta forma, estimulamos os alunos a desenvolverem uma melhor compreensão do mundo, tornando-os mais capacitados a uma intervenção mais responsável no mundo em que vivem. Como descrito na primeira competência específica de Geografia para o ensino fundamental II, “*utilizar os conhecimentos geográficos para entender a interação sociedade/natureza e exercitar o interesse e o espírito de investigação e de resolução de problemas.*” (BNCC 2018, p. 366).

2.2 Veículos Espaciais, Satélites e Detritos Espaciais

A Terra possui uma importância singular para o desenvolvimento da civilização humana, nosso endereço espacial, até então, no Universo. O único planeta no Sistema Solar onde as diversas formas de vida se fazem presente. É a partir dela que buscamos conhecer o universo: investimentos em pesquisas e tecnologia, que se revertem em satélites artificiais, telescópios e sondas espaciais. Todo esse equipamento após perderem sua utilidade, se transformam em lixo espacial (detritos) que podem acabar por comprometer a exploração espacial e o estudo do Universo.

Há exatos 66 anos, com o lançamento do Sputnik (1957), iniciou-se a Era Espacial, a busca pelo conhecimento do espaço, mesmo que ainda atrelada à disputa entre as superpotências da época: Estados Unidos e União Soviética, que mediam forças perante o mundo. Vivia-se no contexto da Guerra Fria, onde ambas as potências desejavam a hegemonia mundial, e a busca pela conquista do espaço fazia parte do leque dessa supremacia. Atualmente, mais de 50 países possuem satélites em órbita, número que tende a crescer, com o avanço tecnológico vivenciado nas últimas décadas, associada a essa evolução, elevou-se também a quantidade do lixo espacial orbitando a Terra, o que provoca consequências diretas à exploração espacial, à humanidade e ao meio ambiente.

O cientista da NASA, Donald J. Kessler, em 1978, alertava sobre o problema do lixo espacial na órbita baixa da Terra, a chamada Síndrome de Kessler, que previa o crescimento desenfreado do número de objetos na órbita aumentando a probabilidade de colisões, isso causaria reações em cadeia, gerando cada vez mais colisões e a criação de um cinturão de lixo e detritos que terminaria por afetar as missões espaciais (Kessler e Cour-Palai 1978).

O relatório da ESA do ano de 2022 destaca o crescimento no número de lançamentos desde 2020, principalmente devido à criação de constelações de satélites, o que tornou os lançamentos além de mais intensos, também mais compactos, pois diversos satélites são lançados ao mesmo tempo. Essas ações influenciaram bastante na redução dos custos de lançamento, mas também tornaram mais complexo monitorar esses objetos de maneira individual, além de

aumentar o número de satélites e conseqüentemente de detritos espaciais, principalmente em órbita baixa da Terra, tornando-a ainda mais congestionada.

Com isso, segundo dados do relatório de 2022 da ESA, nos próximos anos, as “conjunções”, que são os encontros próximos entre satélites ativos e/ou detritos, se tornarão mais frequentes, e essa tendência será crescente. Por esta razão, o relatório da ESA (2022) associa essa prática insustentável à ocorrência da Síndrome de Kessler, onde o aumento do número de colisões, poderia provocar um efeito em cascata e comprometer o uso sustentável do espaço próximo à Terra, conforme a Figura 2, que simula (fora de escala) a situação de congestionamento dos satélites artificiais e os detritos em órbita terrestre.

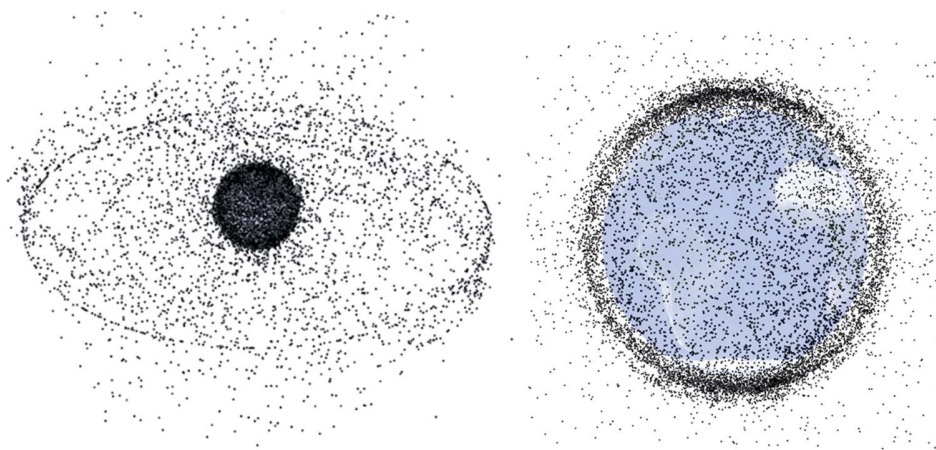


Figura 2- Imagens simulando o acúmulo dos detritos espaciais nas órbitas da Terra. Imagens fora de escala.

Fonte: https://eternosaprendizes.com/wp-content/uploads/2009/09/spacejunk_leo_2009237.png
https://eternosaprendizes.com/wp-content/uploads/2009/09/spacejunk_geo_2009237.png

Um minúsculo detrito espacial com as dimensões de um grão de arroz pode danificar um painel solar de um satélite ou da estação espacial internacional, atingir partes vitais de espaçonaves operacionais ou até de uma nave tripulada, comprometendo a vida da tripulação em órbita (Nogueira 2005). O problema desses detritos pequenos em órbita é justamente o tamanho reduzido dos mesmos, o que dificulta sua catalogação e seu monitoramento. Obviamente detritos maiores, como satélites desativados ou pedaços de foguetes, representam perigo muito maior, podendo provocar a completa destruição do objeto atingido, mas esses detritos maiores são catalogados por observatórios e é possível prever colisões com naves tripuladas e satélites funcionais (NASA 2010).

Em fevereiro de 2009 ocorreu a primeira colisão já registrada entre satélites, o satélite russo, Cosmos 2251, que já estava desativado, colidiu contra um satélite, ainda ativo, de uma empresa privada de comunicações dos Estados Unidos, Iridium 33, a 780 km de altitude sobre o território da Sibéria gerando uma nuvem de escombros. O momento do impacto é simulado pela Figura 3.

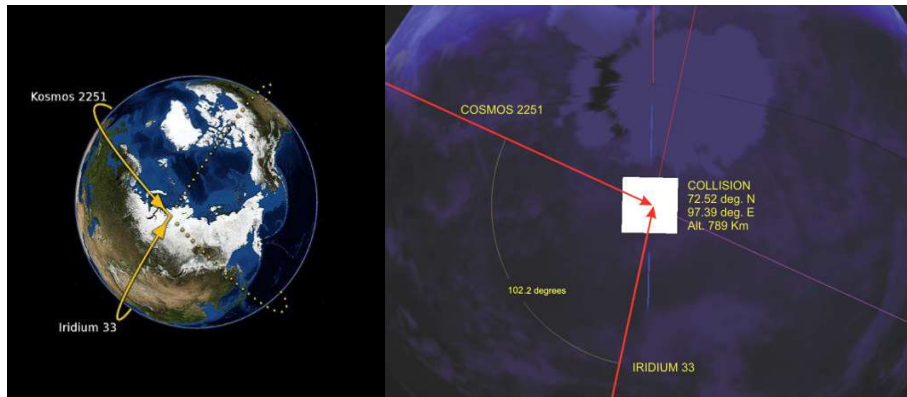


Figura 3 – Imagem simulando a colisão entre o satélite Cosmos 2251 e o Iridium 33
Fonte: <https://eternosaprendizes.files.wordpress.com/2009/02/geometria-da-colisao-cosmos-2251-e-iridium-33.jpg>

O número de colisões de naves e satélites com tais detritos, bem como as manobras de emergência para desviar-se dos mesmos devem se tornar mais frequentes. Tornando perigoso o espaço próximo à Terra, a situação destruiria ou inutilizaria boa parte dos satélites artificiais funcionais levados ao espaço, interrompendo as pesquisas científicas por eles conduzidas e dificultando as comunicações via satélite (Nogueira 2005), além de comprometer a exploração espacial. Detritos espaciais também têm atingido diversos pontos da superfície da Terra. Esta ocorrência ainda é infrequente, visto que praticamente a maior parte dos objetos desintegram-se na atmosfera ao reentrar. Entretanto, mesmo que o objeto venha a se desintegrar ao reentrar na atmosfera, sempre há o risco de que algum de seus destroços venha a cair sobre regiões habitadas, podendo causar vítimas, mesmo que dois terços da superfície terrestre sejam cobertos por água. Dessa maneira, os oceanos podem ser uma alternativa plausível para o lixo espacial na superfície terrestre, mas também poderá gerar poluição nesse ecossistema, comprometendo assim a flora e a fauna.

No Brasil já caíram diversos destes destroços, o mais recente, confirmado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), foi em março de 2022, na região sudeste do Paraná, onde foi encontrado uma parte do foguete Falcon 9, de quase 600 kg, que caiu em uma propriedade rural. Em casos de liberação de substâncias tóxicas empregadas na construção e transporte dos veículos espaciais o impacto ao ambiente terrestre é maior, podendo gerar poluição na água, no solo e nas diversas formas de vida.

A exploração das órbitas terrestres de forma predatória poderá levar inevitavelmente a uma futura tragédia e conseqüentemente ao possível colapso das atividades espaciais; como também o retorno do lixo espacial à superfície da Terra pode causar danos ambientais com conseqüências para o cotidiano terrestre. Segundo a Secure World Foundation (SWF 2018), reconhecer isso e identificar a problemática dos detritos espaciais é um passo fundamental para compreender que o desenvolvimento de soluções adequadas e sustentáveis para o seu enfrentamento deverá envolver ações coletivas dos atores envolvidos. Gerando assim discussões sobre o emprego de normas para uso do espaço, buscando garantir a sustentabilidade global e compromissos internacionais de preservação ambiental tanto no ambiente terrestre quanto no seu espaço orbital.

Ações mais voltadas para a prática da sustentabilidade já se fazem presente no contexto da exploração espacial, tais como: o uso de materiais menos resistentes nos satélites para facilitar a desintegração no processo de reentrada na atmosfera terrestre; o programa de reutilização de veículos de lançamento da classe orbital da *SpaceX* - empresa espacial privada dos Estados Unidos; e o desenvolvimento de pesquisas, tecnologia e protótipos para o processo de mitigação do lixo espacial.

Na tentativa de amenizar o problema do lixo espacial em torno da Terra várias propostas para a limpeza orbital foram apresentadas pelas agências espaciais e pela indústria aeroespacial, algumas mais viáveis que outras, mas nenhuma delas ainda começou o processo de operacionalização propriamente dito. São projetos que quando forem postos em prática, e associados a mecanismos reguladores pautados no direito espacial internacional, deverão contribuir para a sustentabilidade, a longo prazo, das atividades espaciais e do ambiente terrestre. Em Carvalho et al. (2021), os autores discorreram sobre a temática do lixo espacial, contextualizando os impactos que esses objetos causam na sociedade e os perigos que a exploração espacial está sujeita por causa dos detritos espaciais, além de apresentar algumas tecnologias que estão sendo propostas na literatura para contribuir com o processo de mitigação.

3 Metodologia e ações realizadas

A ação de ensinar o aluno a pensar, a despertar sua curiosidade, e a aprender, relacionando os conteúdos do ensino às experiências pessoais, em parceria com recursos didáticos e mediação com o professor, são práticas de ensino relacionadas à concepção de aprendizagem sociointeracionista. No sociointeracionismo as informações são trabalhadas para que façam sentido para o aluno e assim se transformem em conhecimento. O estudante é o sujeito da sua própria aprendizagem, e a mediação do professor deve promover nele a habilidade de explorar o conhecimento e desenvolver capacidades como a de observar, descobrir, pensar, entre outras.

Além disso, a BNCC deslocou o desenvolvimento de competências e habilidades para o centro da discussão sobre o papel da escola, reafirmando a necessidade de estabelecermos novos paradigmas para a construção de metodologias que tenham o aluno como protagonista do seu processo de aprendizagem. Esse processo de ensino e aprendizagem baseado em habilidades e competências só é possível com a utilização de estratégias didáticas diversificadas que promovam a formação integral dos estudantes, envolvendo os âmbitos cognitivo, emocional e social.

O referido trabalho foi realizado em duas turmas de 6º ano do ensino fundamental, no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), totalizando 82 alunos, com faixa etária entre 11 a 14 anos, nas aulas de Geografia, pois a referida série de ensino já possui na sua estrutura curricular, conteúdos referentes ao Sistema Solar, e a inclusão da temática – detrito espacial e sustentabilidade, ajudou a ampliar os horizontes dos conteúdos relacionados ao ensino da Astronomia para este nível de ensino. Todo o processo de intervenção pedagógica foi organizado para propiciar um melhor desenvolvimento do aprendizado, respeitando o nível de entendimento dos alunos. As atividades possuem uma interação entre elas, onde os conteúdos se completam permitindo a evolução nas abordagens acerca do tema.

A Figura 4 retrata como a intervenção educacional foi organizada, seguindo um aumento progressivo no nível de complexidade, conexão e interdisciplinaridade, para que possam cumprir com as propostas metodológicas mencionadas e propiciar um aprendizado significativo aos discentes.

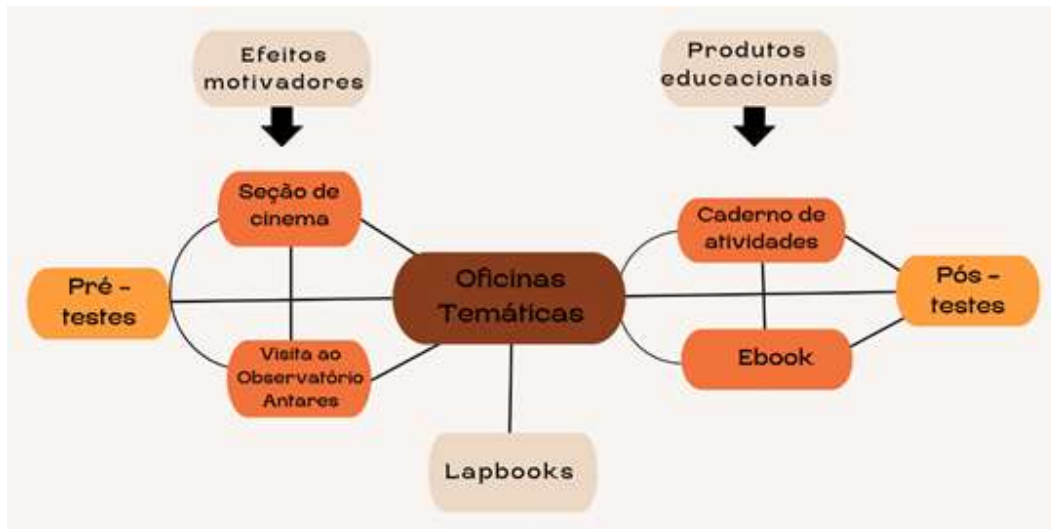


Figura 4 - Gráfico do processo de intervenção educacional
Fonte: produzido pelos autores

A proposta deste trabalho é promover ações e estudos que estimulem o interesse dos sujeitos envolvidos, pelos saberes científicos relacionados à Astronomia, com o propósito de diminuir a carência de informações sobre essa temática de estudo ao nível da educação básica. Diante desta contextualização, a questão que norteou este trabalho de pesquisa foi apresentada da seguinte forma: Como o lixo espacial pode representar um possível risco à exploração do espaço e ao ambiente terrestre? Para complementar essa questão anexamos a ela o problema que está sendo discutido neste trabalho: O lixo espacial e a sustentabilidade orbital da Terra estão sendo abordados no ensino fundamental?

Diante da questão norteadora e da situação problema o trabalho foi iniciado com a aplicação de pré-testes, que tiveram 3 formatos distintos: desenho, questões objetivas e uma questão discursiva sobre o conceito do lixo espacial. Seguimos com os efeitos que motivaram o andamento do projeto, que foram: sessão de cinema - filme Gravidade (2013) e o estudo de campo realizado no Observatório Astronômico Antares.

Seguimos com a aplicação de cinco oficinas temáticas, o desenvolvimento das oficinas ocorreu de forma sequenciada, ou seja, os conteúdos trabalhados em uma oficina eram a base para a próxima, pois ao aprendizado da oficina anterior eram anexados novos conteúdos que se inter-relacionavam e proporcionavam a evolução dessa aprendizagem. A cada oficina, novos conteúdos e conceitos eram trazidos para ampliar e aprofundar a temática de estudo. Cada oficina possuiu uma temática diferente, conforme pode ser visualizado na Figura 5. E no Quadro 1 está presente a descrição resumida de cada oficina temática, com seus objetivos, conteúdos e carga horária. A descrição detalhada de cada oficina encontra-se no e-book (Corbacho 2023b), cujo link de acesso consta nas referências.

Os detritos espaciais e a sustentabilidade orbital terrestre:
Uma proposta de ensino voltada para a Educação Básica



Figura 5 – Distribuição dos temas das oficinas
Fonte: produzido pelos autores

Planejamento das oficinas temáticas	
1. Gravidade, órbitas da Terra e satélites artificiais	
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Analisar de forma objetiva o funcionamento e os efeitos da gravidade da Terra; • Entender que existem diversos objetos, por exemplo, satélites artificiais e detritos espaciais, em órbita em torno da Terra, que se encontram em diferentes níveis de altitude em relação à superfície terrestre. • Identificar os aspectos que fazem os satélites permanecerem em órbita da Terra • Compreender o que são satélites artificiais e qual sua importância para a nossa sociedade. 	
Conteúdos	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> • Gravidade terrestre • Órbitas da Terra • Satélites artificiais e suas diversas utilidades para nossa sociedade 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 horas aulas
2. Lixo espacial: classificação e consequências	
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o conceito, as características e as informações sobre o lixo espacial; • Fomentar as discussões sobre as questões ambientais, econômicas e sociais decorrentes do acúmulo e circulação do lixo espacial nas órbitas terrestres. • Analisar a evolução da quantidade de lixo espacial circulando nas órbitas terrestres; • Perceber os possíveis problemas ambientais e/ou sociais gerados quando o lixo espacial atinge a superfície terrestre. 	
Conteúdos	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> • Lixo espacial e suas consequências a exploração do espaço, sociedade e ao meio ambiente. • Órbitas da Terra. • Evolução da quantidade do lixo espacial durante os anos. 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 horas aulas

3. Sustentabilidade do ambiente espacial	
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Refletir como o conceito de sustentabilidade pode ser validado nas próximas ações da exploração espacial; • Relacionar o acúmulo do lixo espacial a ausência de comprometimento do avanço científico e tecnológico ao longo dos anos da exploração espacial; • Perceber que a indústria aeroespacial, mesmo de forma pontual, vem desenvolvendo atualmente algumas ações relacionadas a sustentabilidade; • Compreender a importância dos satélites artificiais para a nossa sociedade atual. 	
Conteúdos	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> • Lixo espacial • Sustentabilidade • Satélites artificiais: uso e importância 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 horas aulas
4. Direito espacial internacional: estudo de casos	
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar situações reais sobre a problemática do lixo espacial ao atingir a superfície terrestre e/ou colidir com outros objetos na órbita da Terra. • Compreender que existem algumas normas e leis que regem o Espaço e o seu uso. 	
Conteúdos	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> • Direito Espacial Internacional • Consequências dos resíduos espaciais na superfície terrestre e na órbita terrestre. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 horas aulas
5. Mitigação do lixo espacial	
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Discutir sobre possíveis formas de amenizar a situação do acúmulo de lixo espacial; • Conhecer algumas tecnologias que estão sendo estudadas para mitigação do lixo espacial; • Reconhecer que ações de mitigação são necessárias para manutenção dos avanços aeroespaciais. 	
Conteúdos	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> • Mitigação do lixo espacial 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 horas aulas

Quadro 1 – Planejamento das oficinas temáticas

Fonte: produzido pelos autores

Para a execução das oficinas temáticas foram organizadas as seguintes etapas: o estudo-prévio, parte teórica, parte prática e a avaliação. Durante as aulas que antecederam a aplicação das oficinas foram realizadas algumas propostas de estudo prévio para que os discentes pudessem ter embasamento teórico e poder argumentativo sobre os conteúdos que iriam ser trabalhados nas oficinas temáticas, tais como: leitura de textos e pesquisas direcionadas; a parte teórica corresponde as aulas participadas, com exposição oral, slides, textos, vídeos curtos e infográficos, nessa etapa ocorreram perguntas, posicionamentos e troca de saberes entre aluno-aluno e professor-aluno, o que enriqueceu bastante o processo de aquisição do conhecimento.

A parte prática das oficinas compreende a utilização dos kits educacionais (maquete, quebra-cabeça, cubos, jogos), e produção de material para socialização (textos, história em

quadrinho, charges, gráficos, entre outros), essa etapa foi a que os alunos literalmente “colocavam à mão na massa”, faziam na prática o que foi aprendido e discutido pela teoria; e finalmente a última etapa que é a avaliação que corresponde às apresentações orais, produção de material escrito e a realização do caderno de atividades. A Figura 6 demonstra as etapas do desenvolvimento das oficinas.

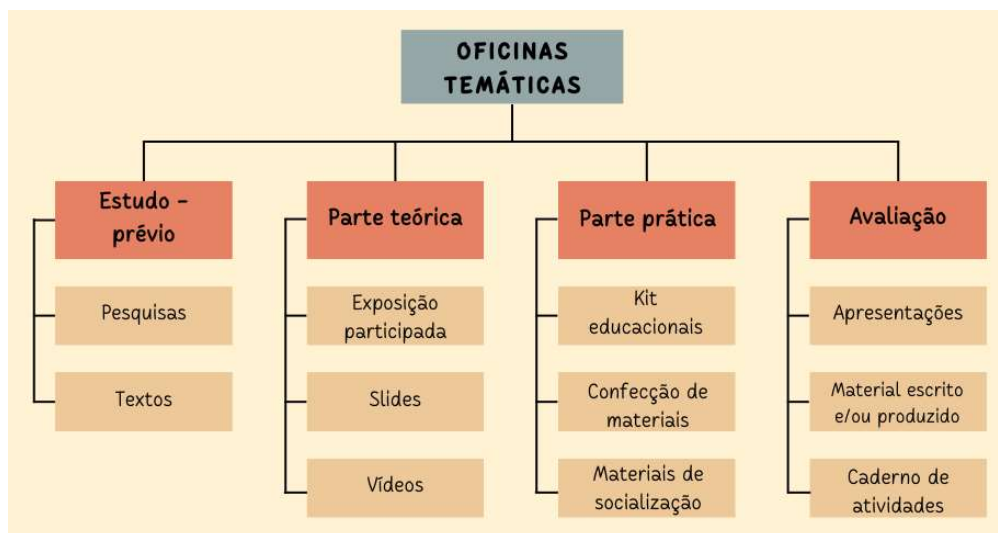


Figura 6 – Etapas do desenvolvimento das oficinas

Fonte: produzido pelos autores

Os produtos educacionais associados a esse trabalho são: um caderno de atividades e um guia para execução das oficinas temáticas. O caderno de atividades é destinado aos discentes, e foi elaborado para exercitar os conteúdos trabalhados nas oficinas; já o guia, que se apresenta em formato de e-book, é destinado para os docentes compreenderem o passo a passo da montagem e execução das oficinas temáticas. É válido ressaltar que a utilização combinada dos produtos educacionais promove maior relevância ao processo educativo, pois articula teoria e prática.

Após o término da aplicação das oficinas temáticas, os discentes confeccionaram *lapbooks* com o tema de cada uma das oficinas, foi um recurso para revisitar os conteúdos trabalhados e de forma criativa explorar o conhecimento construído e fortalecer o aprendizado. O pós-teste foi aplicado de duas diferentes formas: questões objetivas e questões discursivas contendo perguntas referentes a temática de estudo deste trabalho.

Ainda foi realizada uma avaliação geral de todo processo de intervenção educacional, com várias questões abertas sobre toda a temática do projeto desenvolvido, onde os alunos também atribuíram valores a aplicação das oficinas e comentaram a experiência vivida em cada uma dela.

4 Análise dos resultados

É importante ressaltar que a análise dos resultados da intervenção educacional foi abordada sob uma perspectiva quanti-qualitativa, com ênfase a uma aprendizagem mais concreta

e significativa, que valoriza o conhecimento dos discentes direcionando a novas descobertas e novos patamares cognitivos.

4.1 Pré e pós – testes

Iniciamos a análise dos resultados com o pré e o pós teste, que abrangeram não somente questões objetivas, como também a escrita sobre a temática central deste estudo. Com o objetivo de verificar o aprendizado em relação às temáticas trabalhadas durante as oficinas pedagógicas, estabelecendo uma comparação quanti-qualitativa entre o pré e o pós teste, para perceber ou não a evolução da aprendizagem alcançada pelos discentes.

A parte objetiva é composta por uma lista de atividades com 25 questões de múltipla escolha, com conteúdo que englobam noções básicas de Astronomia, órbitas terrestres, lixo espacial, técnicas de mitigação, noções de direito espacial internacional, dinâmica de satélites artificiais e força de gravidade terrestre. Vale ressaltar, que foi utilizada a mesma lista de atividades, tanto no pré-teste, quanto no pós-teste. A Tabela 1 e a Figura 7 resumem os dados obtidos com a aplicação dessa lista, relacionando o pré e o pós teste.

Número assertivo de questões	Pré - teste		Pós – teste	
	Quantidade de alunos	Valor em porcentagem	Quantidade de alunos	Valor em porcentagem
0 – 5	11	14,3%	0	0,0%
6 – 10	31	40,2%	16	21,6%
11 – 15	29	37,7%	18	24,3%
16 – 20	5	6,5%	33	44,6%
21 – 25	1	1,3%	7	9,5%

Tabela 1 – Dados obtidos pela lista de atividades de pré e pós teste
Fonte: produzido pelos autores

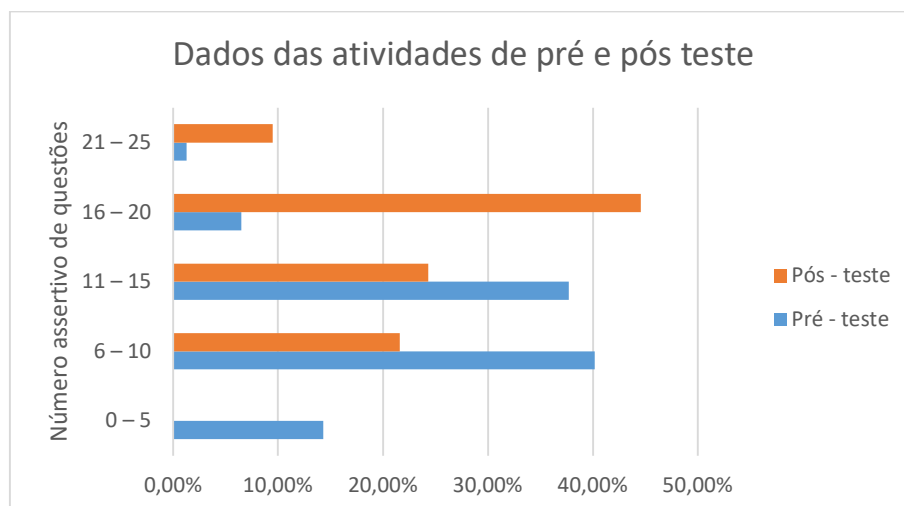


Figura 7 – Gráfico sobre os dados das atividades de pré e pós teste
Fonte: produzido pelos autores

A interpretação dos dados demonstra que houve um aumento significativo na quantidade de questões assertivas pelos alunos. Observando a Tabela 1, na atividade de pré-teste a maior quantidade de alunos (40,2%) conseguiram acertar entre 6 a 10 questões apenas. Comparando com a atividade pós-teste a maioria dos discentes (44,6%) conseguiram acertar entre 16 a 20 questões.

Podemos extrair ainda que o percentual de alunos que acertaram até 10 questões no pré-teste foi de 54,5%, ou seja mais da metade dos alunos. Já no pós-teste, essa mesma faixa de alunos que acertaram até 10 questões, diminuiu para 21,6%, como pode ser observado na Figura 7. Ainda assim, consideramos que esse valor poderia ser menor. Neste caso, podemos atribuir algumas questões que podem ter levado a esse resultado, como por exemplo, a falta de interesse do estudante sobre a temática, a ausência em algumas atividades, a infrequência nas oficinas temáticas, ou até por questões pessoais e familiares.

Em contrapartida, a análise do percentual dos discentes que acertaram entre 16 a 25 questões elevou-se de 7,8% (pré-teste) para 54,1% (pós-teste). A utilização dos questionários como ferramenta avaliativa evidenciou uma significativa evolução no processo de aprendizagem dos discentes, quando comparado os dois momentos.

Partindo para um contexto de análise quanti-qualitativa, que segundo Kerbauy e Souza (2017, p 39) “a convergência dos métodos quantitativos e qualitativos proporcionam mais credibilidade e legitimidade aos resultados encontrados, evitando o reducionismo à apenas uma opção”. Foi solicitado aos discentes que escrevessem de forma breve, o que entendiam sobre o lixo espacial. Essa solicitação foi realizada tanto no período do pré-teste, quanto no período do pós-teste, ou seja, antes e depois do processo de intervenção e aplicação do trabalho. O Quadro 2 retrata alguns desses registros sobre o conceito.

Período	Alunos	Registro escrito
Pré - teste	A3 e N1	“É o lixo que está em volta da Terra”
	D2	“São os satélites que estão sem uso”
	M1	“É aquilo que não serve mais para nada, e que fica em volta da Terra”
Pós - teste	F1	“Restos de satélites e foguetes na órbita da Terra, e podem causar colisões. E se a quantidade de lixo espacial continuar crescendo os GPS podem parar de funcionar. ”
	A3	“É o resto de satélites que não tem mais utilidade e nem função. E podem fazer um congestionamento na órbita da Terra e atrapalhar as missões espaciais. ”
	S3	“Foguetes, satélites que estão fora de funcionamento e fragmentos deles que podem colidir com outros satélites em funcionamento causando ainda mais lixo na órbita. ”

Quadro 2 – Registros de alguns alunos sobre o conceito de lixo espacial

Fonte: produzido pelos autores

É perceptível visualizar nas respostas dadas pelos discentes no pós-teste, que o processo de aprendizagem foi construído, além de conceituar o tema de forma mais completa, ainda conseguem associar algumas consequências que podem ocorrer com a insustentabilidade orbital terrestre. Várias foram as discussões, apresentações e debates que enriqueceram e dinamizaram a

construção do conhecimento, o aprofundamento e a contextualização nas respostas escritas pelos alunos, bem como o aumento significativo das respostas assertivas na atividade objetiva (pré e pós-testes), nos levam a esta conclusão. Em percentual temos um total de aproximadamente 91,9% dos alunos que entenderam o conceito sobre o lixo espacial e conseguem estabelecer associações utilizando a temática de estudo.

4.2 Oficinas temáticas

A escolha pelas oficinas temáticas estimulou a participação dos estudantes no momento das atividades, o aprendizado por meio da ação, tornando o aluno como protagonista do processo de ensino aprendizagem. O ato de colocar a “mão na massa” como prática essencial para auxiliar o entendimento, e proporcionar o engajamento dos discentes a uma aprendizagem mais dinâmica sobre o conhecimento proposto.

Ao final da aplicação de todas as oficinas os alunos fizeram uma avaliação escrita sobre o processo de intervenção, seguindo também a mesma perspectiva quanti-qualitativa. Na folha de avaliação pontuaram as ações do trabalho, tendo a seguinte escala: 1 ruim, 2 regular, 3 bom e 4 excelente. A Tabela 2 informa os resultados obtidos pelas respostas dos discentes, os valores estão em percentual. Além disso, os discentes tiveram que escrever como foi a experiência vivenciada em cada uma das oficinas, e responder algumas questões pertinentes sobre a temática de cada oficina realizada. No Quadro 3, temos alguns desses registros.

Preencha o quadro com o valor correspondente à sua opinião, utilizando a seguinte escala: 1 (ruim), 2 (regular), 3 (bom) e 4 (excelente)	1	2	3	4
As oficinas corresponderam as suas expectativas?	2,7%	5,5%	33,3%	58,5%
Qualidade dos materiais utilizados	----	13,8%	38,8%	47,4%
Clareza da linguagem utilizada nas oficinas	----	29%	42%	29%
Oportunidade para reflexão sobre os temas	2,7%	15,3%	54%	28%
Oficina 1: Gravidade, satélites e órbitas da Terra	----	5,5%	20,8%	73,7%
Oficina 2: Lixo espacial e suas consequências	----	13,8%	25%	61,2%
Oficina 3: Sustentabilidade no ambiente espacial	----	16,6%	16,6%	66,8%
Oficina 4: Direito Espacial Internacional	----	16,6%	38,8%	44,6%
Oficina 5: Mitigação do lixo espacial	2,7%	13,8%	16,6%	66,8%
Caderno de atividades	----	2,7%	33,3%	64%

Tabela 2 – Resultado da avaliação das oficinas temáticas.

Fonte: produzido pelos autores

Os quatro primeiros tópicos da Tabela 2, se referem de forma geral à aplicação das cinco oficinas temáticas. Com relação à correspondência das expectativas que os discentes tinham sobre as oficinas, 91,8% assinalaram boa e excelente, e 8,2% disseram que as oficinas atenderam às suas expectativas de forma regular e ruim. O planejamento para realização das oficinas foi feito para estimular o aprendizado e valorizar o aluno como sujeito desse processo de ensino e aprendizagem. A análise desses dados nos leva a entender que o objetivo foi alcançado com sucesso.

Quanto a qualidade dos materiais utilizados 86,2% indicam ter sido bom e excelente. Os recursos utilizados na aplicação das oficinas foram diversificados, dinâmicos e dependia da criatividade do próprio estudante, fazendo-o produzir e dinamizar seu aprendizado, a exemplo temos: história em quadrinho, produção textual, cartilha compartilhada, construção da maquete e dos satélites em papercraft, como também dos lapbooks.

O tópico – clareza da linguagem utilizada nas oficinas – obteve 71% de respostas boa e excelente, e 29% de respostas regular. O uso de muitos termos relacionados à Astronomia foram introduzidos pela primeira vez no cotidiano escolar dos discentes, tais como: microgravidade, estação espacial internacional, síndrome de Kessler, arrasto atmosférico, órbita, lixo espacial, mitigação e outros. Esses conceitos foram trabalhados com o material do estudo prévio, e durante as oficinas nas partes teóricas e práticas, e no caderno de atividades, ou seja, os conceitos foram trabalhados antes, durante e depois da realização de cada uma das oficinas temáticas, justamente para tentar suprir essa carência conceitual.

No último tópico geral da Tabela 2, tivemos 82% dos estudantes que indicaram que as oficinas oportunizaram uma reflexão boa e excelente sobre os temas. Em todos os momentos de aplicação das oficinas temáticas, os alunos eram estimulados a participar, não faltaram perguntas, reflexões, dúvidas, debates, que enriqueciam a interação entre o conteúdo e o aprendizado. Mas, atingir a totalidade é algo muito complicado, pois envolve um universo de pessoas bastante diverso, e mesmo oportunizando diversos meios e recursos didáticos para o aprendizado, nem sempre ele ocorre no mesmo nível e na mesma intensidade para os envolvidos.

Para Marcondes et al. (2007), as oficinas temáticas são necessárias para a inter-relação da ciência com a realidade do aluno, facilitando assim o processo de ensino-aprendizagem. Deve-se abordar dados, informações e conceitos para que os alunos possam conhecer a realidade, avaliar situações e soluções e propor formas de intervenção na sociedade.

Com base nos dados da Tabela 2 as cinco oficinas temáticas registraram de forma geral uma aplicabilidade boa e excelente. Na folha de avaliação, os alunos responderam algumas questões acerca dos conteúdos trabalhados nas oficinas, e de algumas experiências vivenciadas, como é retratado pelo Quadro 3.

Como foi a experiência vivenciada em participar da oficina 1?	Análise dos gráficos confeccionados pelos alunos com dados da ESA (2022) na oficina 2
<p>“Foi um pouco difícil fazer e colocar a órbita na maquete, mas tivemos uma maior participação do grupo, e também sentimos vergonha e nervosismo na apresentação da maquete.”</p> <p>“Essa com certeza foi a oficina mais trabalhosa do projeto, foi difícil e divertida, aprendemos que existem vários tipos de satélites que estão em várias órbitas da Terra.”</p>	<p>“A diferença entre os anos de 1970 e 2020 é grande, tínhamos poucos detritos na órbita da Terra, mas agora são muitos. A SpaceX lança muitos satélites.”</p> <p>“O país que possui mais satélites ativos é os Estados Unidos com 49%, o Brasil nem aparece nos dados.”</p>
Por que é importante praticar a sustentabilidade na órbita da Terra? (Oficina 3)	Que espaço exterior teremos nos próximos 50 anos? Mais hostil e perigoso do que ele já é por sua própria natureza? (Oficina 4)
<p>“Para ter a órbita cada vez mais limpa e livre. Devem usar satélites com materiais, como o alumínio que é menos resistente, para pegar fogo ao entrar na nossa atmosfera.”</p>	<p>“Se os países se conscientizarem em fazer a limpeza da órbita da terra, daqui a 50 anos vamos ter um espaço limpo para as atividades, mas se</p>

“Para que possamos continuar a exploração sem comprometer o nosso futuro. As agências devem fazer a mitigação e reutilizar o estágio 1 dos foguetes, por exemplo.”	não tivermos nenhuma atitude o espaço estará bastante poluído, o que dificultará as atividades dos satélites, interferindo nas nossas vidas na Terra.”
Como foi a experiência vivenciada em participar da oficina 4?	O que é a mitigação do lixo espacial e por que ela é importante? (Oficina 5)
“Nessa oficina a gente teve perguntas com tempo para responder com o nosso conhecimento, e depois construímos uma história em quadrinho sobre o espaço.” “Essa foi a que mais pediu a nossa criatividade.” “Essa foi bem divertida, fizemos até história em quadrinhos, e aprendemos muito também.”	“É o jeito de tornar o espaço sustentável, para garantir que os avanços no espaço não sejam comprometidos.” “Recolher o lixo na órbita da Terra para evitar que elas fiquem comprometidas.” “É o processo de limpeza da órbita terrestre, é importante para diminuir a quantidade e o congestionamento.”
Como foi a experiência vivenciada em participar da oficina 5?	
“Achei interessante, nunca mais tinha brincado de quebra cabeça e adorei montar e criar a cartilha coletiva da sala.” “ Maravilhosa, foi uma experiência muito boa, brincamos e aprendemos, fizemos a nossa primeira produção escrita. Essa foi a mais divertida do projeto.”	

Quadro 3 – Relatos de escritas dos alunos sobre conteúdos e vivências nas oficinas

Fonte: produzido pelos autores

O conhecimento científico se transformando em aprendizado, dessa forma, foi encerrada a aplicação das oficinas temáticas, que trouxeram um enriquecimento científico significativo para os discentes, através da associação entre a teoria e prática, através de vivências e experiências, e tendo como base o protagonismo dos estudantes. Segundo Chagas e Sovierzoski (2014) a educação deve ser uma prática mediadora pela qual o discente, com a intervenção do professor e com sua própria participação enquanto sujeito ativo do aprendizado, transcorre de uma experiência inicialmente fragmentada para um patamar mais organizado e unificado.

Vale registrar também que não houve evasão dos alunos durante este processo de intervenção, a frequência foi constante, registrando poucas faltas no decorrer da aplicação das oficinas. Ressaltamos também que não houve participação de outros professores da unidade de ensino no projeto, não devido à falta de qualificação, pois as atividades descritas neste artigo podem ser utilizadas por professores que tenha noções básica sobre o tema e/ou que estejam dispostos a aprender e compartilhar saberes. O ideal seria a aplicação do trabalho de forma interdisciplinar, porém, na prática não foi possível devido à própria dinâmica da escola.

A Figura 8 mostra alguns momentos da participação dos estudantes nas atividades proposta durante as aplicações das oficinas e estudo de campo. Mais detalhes sobre este trabalho devem ser consultados em Corbacho (2023a).

Os detritos espaciais e a sustentabilidade orbital terrestre:
Uma proposta de ensino voltada para a Educação Básica

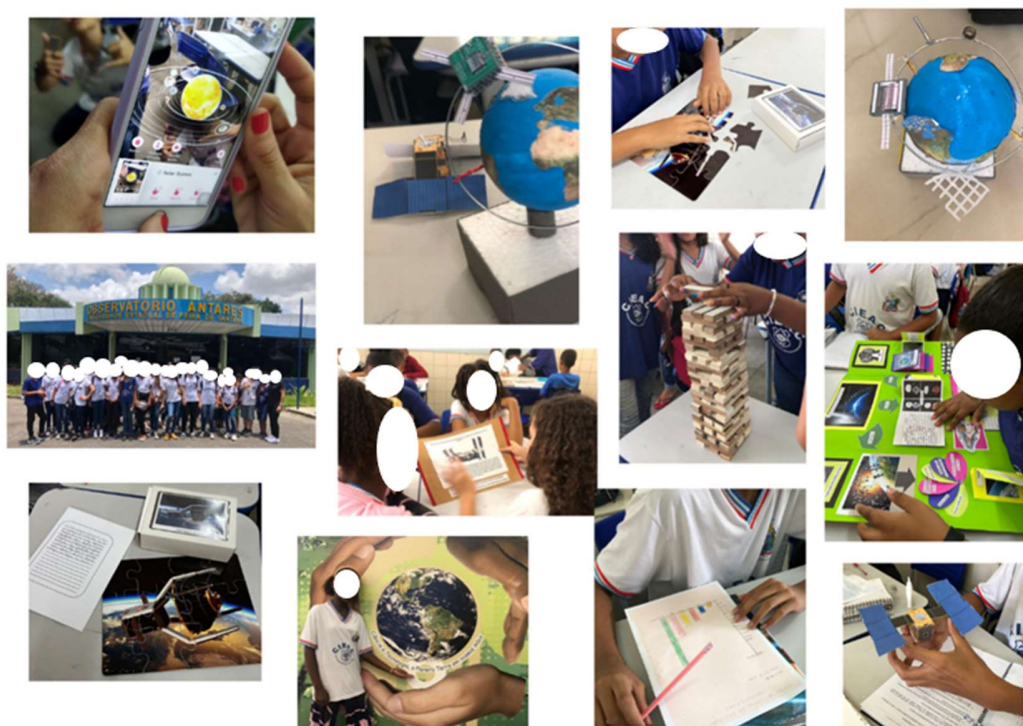


Figura 8 – Alguns registros da intervenção educacional
Fonte: produzido pelos autores

4.3 E-book e caderno de atividades

O e-book intitulado – *Uma Abordagem sobre o Lixo Espacial na Educação Básica: Suporte para Formação de Professores*, foi produzido para auxiliar os professores que se interessem em aplicar a temática de estudo deste trabalho de pesquisa na sua docência, podendo ser utilizado na íntegra ou adaptado de acordo com a necessidade do professor. O e-book (Corbacho 2023b) descreve de forma detalhada a aplicação de todas as cinco oficinas temáticas, informando também os objetivos, as estratégias metodológicas, os recursos utilizados, os kits didáticos realizados, e os métodos de avaliação de cada uma das oficinas temáticas. O endereço eletrônico para acessar o e-book é: [https://mpastro.uefs.br/storage/educational-product/8a.-TURMA-\(Edital-2021\)/Ebook%20Valéria%20Corbacho.pdf](https://mpastro.uefs.br/storage/educational-product/8a.-TURMA-(Edital-2021)/Ebook%20Valéria%20Corbacho.pdf)

O ideal para se obter um melhor desempenho na aplicação desse material é fazer uso também do caderno de atividades, outro produto educacional desta pesquisa. Associando estes dois recursos o docente provavelmente terá uma aplicabilidade do trabalho de forma mais integral e completa. O caderno de atividades pode ser acessado via e-book (Corbacho 2023b), através da leitura de um QR Code.

O caderno de atividades - *Lixo Espacial: uma Abordagem na Educação Básica*, também foi avaliado pelos discentes, com base nos dados da Tabela 2, e registrou 97,3% de boa e excelente aceitação e aplicabilidade. Foi desafiante realizá-lo, inicialmente pela ausência de

material que aborde sobre esta temática, ao nível da educação básica, como também pela proposta em promover atividades lúdicas e que despertem o interesse dos discentes em completá-lo, tais como: passatempos, leituras, produção textual, produção de história em quadrinho, interpretação de gráficos, infográficos e charges, desenhos, atividade direcionadas, dentre outras.

A proposta do caderno de atividades é que ele seja um recurso didático e avaliativo para ser utilizado ao final de todas as oficinas temáticas, buscando reforçar a aprendizagem, aprofundar os conhecimentos, auxiliar na formação do pensamento crítico dos discentes, promover a construção de saberes, e estabelecer uma interdisciplinaridade entre a Geografia, Astronomia e também as outras ciências, como: matemática, biologia, física, artes e história.

Cabe ressaltar, que tanto o e-book quanto o caderno de atividades são materiais de consulta e suporte para desenvolver a presente proposta de trabalho, porém cabe ao professor fazer as adequações necessárias para atender as necessidades e particularidades do público-alvo que deseja atingir.

5 Conclusão

É fato que o ensino no contexto escolar deve possibilitar ao aluno a construção do conhecimento; contudo, quanto mais reflexivo for o ensino, maiores serão as possibilidades do(a) estudante construir conhecimentos significativos. Diante disso, não há como pensar em ensino reflexivo e construção de conhecimentos significativos sem pensar em interdisciplinaridade. Afinal, a realidade precisa ser analisada por meio de uma articulação entre o local e o global (Morin 2003).

Nessa perspectiva, a Astronomia apresenta estreita relação com a interdisciplinaridade e se encaixa perfeitamente a vários componentes curriculares da educação básica, e neste trabalho em especial, ao ensino de Geografia. Essa interdisciplinaridade pode resultar e valorizar discussões de temas atuais e desafios impostos pelas constantes transformações tecnológicas, científicas, ambientais e territoriais, que caracterizam a sociedade contemporânea, e suas repercussões socioeconômicas.

A pertinência deste trabalho além de ampliar e divulgar a problemática do lixo espacial no espaço orbital terrestre, que se acentua ainda mais com os avanços tecnológicos e com as necessidades atuais da nossa sociedade contemporânea por mais serviços via satélite, se caracteriza também em aproximar os saberes científicos aos saberes escolares. A perspectiva do desenvolvimento deste trabalho foi alcançarmos os objetivos gerais e específicos estabelecidos, bem como fortalecer os objetivos atitudinais implicitamente embutidos durante todo o processo de intervenção educacional realizado. Como também refletir sobre a questão norteadora deste trabalho de pesquisa: Como o lixo espacial pode representar um possível risco à exploração do espaço e ao ambiente terrestre?

Propomos aqui um repensar sobre a problemática dos detritos espaciais sob a ótica da sustentabilidade. É preciso diminuir a permanência desses detritos em torno da Terra, é pertinente assegurar leis e normas através do direito espacial internacional para que os países envolvidos possam cumprir e regularizar as ações espaciais para não corrermos o risco de impactá-las, gerando consequências ainda maiores ao ambiente espacial e ao terrestre. Diante das leituras e discussões sobre essa situação a conclusão mais assertiva e necessária é assumir a sustentabilidade no meio espacial.

Os detritos espaciais e a sustentabilidade orbital terrestre:
Uma proposta de ensino voltada para a Educação Básica

Além da reflexão sobre a questão norteadora que priorizou a base científica deste trabalho, podemos anexar também a ausência da relação entre a temática apresentada com relação a educação: O lixo espacial e a sustentabilidade orbital da Terra estão sendo abordados no ensino fundamental? De forma geral, esta temática ainda é pouco difundida entre a comunidade científica, como também a nível de educação básica. Na pesquisa realizada aos PCN e a BNCC, nada foi mencionado sobre o lixo espacial e sua problemática ambiental. Em análise efetuada em livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental, a abordagem ao tema é escassa e pontual, existe um “vácuo” da temática, reforçando o que já era perceptível no início da proposta de realização deste trabalho de pesquisa.

Por esta razão a proposta da realização deste trabalho, com o intuito de aproximar os estudantes ao tema de estudo dessa pesquisa – detritos espaciais, e as suas consequências globais para o planeta Terra; relacionando-o com a sociedade, o tempo e o ambiente em que está inserido para favorecer aos alunos a construção de um novo olhar sobre a realidade que o envolve, favorecendo a eles uma reflexão sobre a relação entre o homem e o meio, através de uma abordagem de causa e efeito, alargando os saberes e fortalecendo a relação de pertencimento a atitudes mais sustentáveis ao planeta Terra.

Agradecimentos

Ao MPASTRO – Mestrado Profissional no Ensino de Astronomia da UEFS pelo contínuo processo de capacitação educacional e por instigar o desenvolvimento de ações de intervenção para serem aplicadas na educação básica.

Ao Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC) por permitir que seus estudantes participem de programas que estimulem e reforcem o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

Referências

AEB (2021). Agência Espacial Brasileira. Recuperado em 23 de Setembro de 2022. Disponível em: www.aeb.gov.br.

Brasil (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC. Recuperado em 12 de Setembro de 2022. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Brasil (1998). Ministério da Educação e dos Desportos. *Parâmetros Curriculares Nacionais: 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental. Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEMTEC. Recuperado em 12 de Setembro de 2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>.

Brasil (1996). Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: MEC. Recuperado em 2 de Outubro de 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.

Carvalho, J. P. S., Lima, J. S., & Gonçalves, C. M. (2021). Poluição do Ambiente Espacial: o problema do lixo no espaço. *Scientia*, 6(2), 61-80.

Chagas, J. J. T., & Sovierzoski, H. H. (2014). Um diálogo sobre aprendizagem significativa, conhecimento prévio e ensino de ciências. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 4(3), 37-52. Recuperado em 12 de Setembro de 2022. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID67/v4_n3_a2014.pdf.

Corbacho, V. S. (2023a). Lixo espacial e os possíveis riscos a exploração do espaço e ao ambiente terrestre: um enfoque na educação básica. 152f. *Dissertação* (Mestrado Profissional em Astronomia) – Departamento de Física, UEFS, Feira de Santana, BA, Brasil.

Corbacho, V. S. (2023b). Uma abordagem sobre o lixo espacial na educação básica: suporte para formação de professores. *Produto Educacional* (Mestrado Profissional em Astronomia) – Departamento de Física, UEFS, Feira de Santana, BA, Brasil. Disponível em: [https://mpastro.uefs.br/storage/educational-product/8a.-TURMA-\(Edital-2021\)/Ebook%20Val%C3%A9ria%20Corbacho.pdf](https://mpastro.uefs.br/storage/educational-product/8a.-TURMA-(Edital-2021)/Ebook%20Val%C3%A9ria%20Corbacho.pdf)

ESA (2022). ESA's *Annual Space Environment Report*. Darmstadt, Germany. Recuperado em 10 de Outubro de 2023. Disponível em: https://space-economy.esa.int/article/33/what-is-the-space-economy#_ftn1.

ESA (2023). Agência Espacial Europeia. Recuperado em 11 de Outubro de 2023. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers

Kerbaui, M. T. M., & Souza, K. R. (2017). Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, 31(61), 21-44. Recuperado em 12 de setembro de 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/EducacaoFilosofia/article/view/29099>.

Langhi, R., & Nardi, R. (2016) Educação em astronomia: Repensando a formação de professores. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (21), 69-81. Recuperado em 12 de Setembro de 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2016.21.069>.

Marcondes, M. E. R., et al. (2007). *Oficinas Temáticas no Ensino Público visando à Formação Continuada de Professores*. São Paulo: FDE.

Morin, E. (2003). *A cabeça bem-feita: repensar a reforma reformar o pensamento*. (8ª ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

NASA (2010). *Commercial Market Assessment for Crew and Cargo Systems*. Recuperado em 18 de Outubro de 2022. Disponível em: <https://standards.nasa.gov/standard/osma/nasa-std-871914>.

Os detritos espaciais e a sustentabilidade orbital terrestre:
Uma proposta de ensino voltada para a Educação Básica

NASA (2021). *SpaceDebris and Human Spacecraft*. Recuperado em 21 de Setembro de 2022. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html .

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

SWF (2018). *Secure World Foundation*. Relatório anual. Recuperado em 15 de Setembro de 2022. Disponível em: <https://swfound.org/>.