



**SAULO BATISTA SOUZA**

**A ASTRONÁUTICA COMO TEMA EM AULAS DE FÍSICA NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**

**LAVRAS-MG**

**2022**

**SAULO BATISTA SOUZA**

**A ASTRONÁUTICA COMO TEMA EM AULAS DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Física, para a  
obtenção do título de Licenciado.

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel  
Orientador

**LAVRAS-MG**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza, Saulo Batista.

A Astronáutica como tema em aulas de Física na Educação  
Básica / Saulo Batista Souza. - 2022.

49 p. : il.

Orientador(a): Antônio Marcelo Martins Maciel.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2022.  
Bibliografia.

1. Alfabetização científica. 2. Ensino de Física. 3. Intervenções  
didáticas. I. Maciel, Antônio Marcelo Martins. II. Título.

**SAULO BATISTA SOUZA**

**A ASTRONÁUTICA COMO TEMA EM AULAS DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA**

**ASTRONAUTICS AS A THEME IN BASIC EDUCATION'S PHYSICS CLASSES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Física, para a  
obtenção do título de Licenciado.

APROVADO em 12 de setembro de 2022.  
Dr. Alexandre Bagdonas Henrique UFLA  
Dr. Jefferson Adriano Neves UFLA

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel  
Orientador

**LAVRAS-MG**

**2022**

*À minha Família e Amigos, que nunca deixaram faltar apoio.  
À meu Orientador, sempre compreendendo minhas limitações e dando  
total autonomia durante todo o processo.  
À Educação e à Ciência, pilares que sustentaram e deram motivação.  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço meus pais Edilene e Onildo que lutaram para que o sonho da graduação fosse possível, depositando suor, lágrimas e o sentimento de saudade de ver o filho seguro em casa. Meu irmão Selton, que jamais deixou faltar uma palavra de apoio, principalmente nos momentos mais difíceis. Minha madrinha Helena e meu padrinho Antônio José Zezé, simplesmente os melhores, mais preocupados e mais atenciosos. À toda família Batista e Souza, por aguentarem o fardo de ter o “louco da Física” como membro e me aceitarem como seu. À Escola Municipal Manoel Rodrigues Pereira, Centro Educacional Construir e Escola Estadual Padre Herculano Paz, por me acompanhar, moldar e tornar possível este sonho. Meus amigos, *Us' Breja*, *Só Eu*, *Suvaco de Cobra*, LEO Clube JUNIOR “Dalvo Lopes Macedo” e LEO Clube TXAI “De amigos para amigos” pela sensação de completeza, crescimento como um ser humano melhor e me fazer lembrar que a diversão também faz parte de uma boa Educação. A *República Puro de Origem*, por abrir as portas e me receber como um irmão e dar todo apoio necessário nos períodos finais da graduação. Aos companheiros de graduação, desde Divinópolis, Ituiutaba e Lavras; vocês não poderiam ser esquecidos pois foram peça fundamental durante todo processo. Às músicas e aos jogos que serviram como base para uma mente bipolar e problemática ter seu tempo para retomar a consciência. A meu Orientador e aos professores do curso de Física, cuja disposição e paciência sempre estiveram presentes. À CAPES e ao PIB-UFLA pelas oportunidades de bolsas ao longo das jornadas que compuseram minha formação. Aos estudantes, especialistas da Educação e servidores que tive oportunidade de trabalhar durante o PIBID, Residência Pedagógica e estágios. À Educação brasileira que, apesar de nossos representantes, é fonte de inspiração para me tornar Professor e fazer do Brasil um país melhor.

Meu muito obrigado!

## RESUMO

Com o objetivo de contribuir com a alfabetização científica dos estudantes da educação básica, buscando uma educação mais comprometida, por meio do Ensino de Física, procurou-se desenvolver propostas de atividades utilizando a Astronáutica como tema estruturante para se ensinar Física e aspectos das ciências na Educação Básica. Neste intuito, foi realizada uma busca por trabalhos que abordam o tema em sala de aula. Constatando-se um número pouco expressivo, ampliou-se a busca por informações disponibilizadas pela Agência Espacial Brasileira (AEB), pela *European Space Agency* (ESA), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) para aprofundamento no tema e com potencialidade de tornarem-se materiais didáticos na construção de propostas de ensino. As propostas utilizaram atividades que buscam dar sentido ao que está sendo estudado pelos estudantes. Foram desenvolvidas duas propostas que trabalham conteúdos de Luz, Óptica, História e Natureza da Ciência, além de trazer discussões a respeito de CTSA e suas interrelações. O desenvolvimento do trabalho contribuiu com uma visão mais crítica sobre o curso de licenciatura em Física e possibilitou um estudo aprofundado sobre a Astronáutica, sua história e consequências em nossas vidas. Acredito que, as propostas contribuem com a potencialidade de utilização em aulas de ciências sendo inseridas como ampliação de bibliografia para abordagem da temática na Educação Básica.

**Palavras-chave:** Alfabetização Científica. Educação em Astronomia. Ensino de Física. Exploração espacial. Intervenções Didáticas.

## ABSTRACT

In order to contribute to the scientific literacy of basic education students, seeking a more committed education, through Physics Teaching, we sought to develop proposals for activities using Astronautics as a structuring theme to teach Physics and aspects of science in Basic Education. To this end, a search was carried out for works that address the topic into the classroom. Noting a low number of works, the search including information from the *Agência Espacial Brasileira* (AEB), the European Space Agency (ESA), the *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE) and the National Aeronautics and Space Administration (NASA) was expanded to deepen the theme and with the potential to become teaching materials in the construction of teaching proposals. The proposals used activities that seek to give meaning to what is being studied by the students. Two proposals were developed that work with contents of Light, Optics, History and Nature of Science, in addition to bringing discussions about CTSA and their interrelationships. The development of the work contributed to a more critical view of the degree course in Physics and made possible an in-depth study of Astronautics, its history and consequences in our lives. I believe that, the proposals contribute to the potential of use in science classes being inserted as an expansion of bibliography to approach the theme in Basic Education.

**Keywords:** Scientific Literacy. Education in Astronomy. Physics Teaching. Space exploration. Didactic Interventions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1 - Exemplo de teia de ideias a ser construído.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>Figura 2 - O Telescópio <i>Hubble</i> e seus instrumentos principais .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>Figura 3 - Capacidade de observação dos instrumentos do Telescópio <i>Hubble</i> .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Figura 4 - Arco-íris .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>Figura 5 - CD .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>Figura 6 - Análise óptica entre telescópios refrator e refletor.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>Figura 7 - Bandeira do Brasil iluminada com diferentes cores.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Figura 8 - Análise da reflexão da luz branca em três diferentes corpos.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Figura 9 – Cores aditivas .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>Figura 10 - Bandeira do Brasil iluminada pela cor amarela .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>Figura 11 - Coleta de informações pelo Telescópio <i>Hubble</i>.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>Figura 12 - Processo de reprodução da imagem de Marte a partir dos dados coletados<br/>pelo Telescópio <i>Hubble</i>.....</b>                  | <b>27</b> |
| <b>Figura 13 - Processo de reprodução da imagem da Nebulosa do Caranguejo a partir dos<br/>dados coletados pelo Telescópio <i>Hubble</i>.....</b> | <b>28</b> |
| <b>Figura 14 - Notícia relacionada à corte de verbas destinadas à ciência .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>Figura 15 - Notícia relacionada aos danos dos cortes de verbas destinadas à ciência .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Figura 16 - Manchete de notícia sobre lixo espacial.....</b>   | <b>37</b> |
| <b>Figura 17 - Parte inicial da notícia sobre lixo espacial.....</b>  | <b>38</b> |
| <b>Figura 18 - Parte complementar da notícia sobre lixo espacial .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>Figura 19 - Manchete de reportagem sobre turismo espacial .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>Quadro 1 - Objetivos da primeira proposta.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>Quadro 2 - Objetivos da segunda proposta.....</b>  | <b>29</b> |

## LISTA DE SIGLAS

|           |   |
|-----------|---|
| AEB       | Agência Espacial Brasileira                                 |
| BNCC      | Base Nacional Comum Curricular                              |
| CAPES     | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| CBEF      | Caderno Brasileiro de Ensino de Física                      |
| CNES      | <i>Centre National d'études Spatiales</i>                   |
| CSA       | <i>Canadian Space Agency</i>                                |
| CTSA      | Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente                   |
| ESA       | <i>European Space Agency</i>                                |
| EUA       | Estados Unidos da América                                   |
| GPS       | <i>Global Positioning System</i>                            |
| INPE      | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais                   |
| ISS       | <i>International Space Station</i>                          |
| JAXA      | <i>Japan Aerospace Exploration Agency</i>                   |
| NASA      | <i>National Aeronautics and Space Administration</i>        |
| NdC       | Natureza da Ciência   |
| PCNs      | Parâmetros Curriculares Nacionais                           |
| PUBLIC    | Programa Institucional de Bolsas para as Licenciaturas      |
| PNAE      | Programa Nacional de Atividades Espaciais                   |
| RBEF      | Revista Brasileira de Ensino de Física                      |
| RELEA     | Revista Latino-Americana de Educação de Astronomia          |
| ROSCOSMOS | <i>Roscosmos State Space Corporation</i>                    |
| SD        | Sequência Didática  |
| SNEA      | Simpósio Nacional de Educação em Astronomia                 |
| UFLA      | Universidade Federal de Lavras                              |
| URSS      | União das Repúblicas Socialistas Soviéticas                 |

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b>     | <b>PERSPECTIVAS SOBRE A EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>3</b>     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3.1</b>   | <b>Teses, Dissertações e artigos da RELEA</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>3.2</b>   | <b>Sítios das Agências e Institutos</b>                              | <b>8</b>  |
| <b>3.2.1</b> | <b>Agência Espacial Brasileira - AEB</b>                             | <b>8</b>  |
| <b>3.2.2</b> | <b>European Space Agency - ESA</b>                                   | <b>9</b>  |
| <b>3.2.3</b> | <b>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE</b>              | <b>10</b> |
| <b>3.2.4</b> | <b>National Aeronautics and Space Administration - NASA</b>          | <b>11</b> |
| <b>3.2.5</b> | <b>Outros materiais</b>  | <b>13</b> |
| <b>4</b>     | <b>ASTRONÁUTICA COMO TEMA ESTRUTURANTE PARA ATIVIDADES DIDÁTICAS</b> | <b>14</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Hubble e o estudo da Óptica: a Física do Telescópio</b>           | <b>14</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>A exploração espacial e sua importância em nossas vidas</b>       | <b>29</b> |
| <b>5</b>     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | <b>46</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>48</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A Astronáutica é a parte da Astronomia que trata do ramo espacial: lançamento de foguetes, sondas, satélites e qualquer atividade além da atmosfera terrestre. Ela está presente em nosso dia a dia, pelas notícias sobre o investimento nas missões de lançamentos de foguetes, sondas e telescópios; pela utilização de satélites para o sistema de *GPS*, *TV* e *internet*; pelas diversas tecnologias e recursos que surgiram através de missões espaciais<sup>1</sup> e mais recentemente pelo turismo espacial.

O motivo da escolha do tema se deu pelo fascínio pela área e a oportunidade de um estudo mais aprofundado através do Programa Institucional de Bolsas para as Licenciaturas (PIBLIC)<sup>2</sup>, com o projeto Educação em Astronomia e Ensino de Física desenvolvido entre março de 2019 e abril de 2020. Juntamente com a escolha do tema surge o orientador, Antônio Marcelo Martins Maciel, que além de ser o orientador no projeto de pesquisa é o docente responsável por algumas disciplinas no decorrer do curso de Licenciatura em Física da UFLA, inclusive relacionadas à temática. Sua escolha se deu pela afinidade criada durante os últimos anos e pela competência e dedicação ao Ensino de Física.

Como trabalho final do projeto de pesquisa, foi feita uma revisão bibliográfica sobre o tema e sua utilização em sala de aula. Apesar de não haver uma grande quantidade de trabalhos na área, pôde-se ter uma noção do potencial do uso do tema nas aulas de Física. Assim, este trabalho tem a finalidade de desenvolver e propor intervenções didáticas para o ensino de física, com temáticas da astronáutica, na perspectiva da alfabetização científica.

Nas palavras de Chassot (2002, p. 91), “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo.” Afirmativa que no mesmo texto é ampliada pelo autor ao destacar que “seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor.” (CHASSOT, 2002, p.94). Sem deixar de compreender que tal linguagem é um constructo humano, mutável e falível.

Com a Astronáutica busca-se construir sentido para os conteúdos abordados em sala

---

<sup>1</sup> NASA. **Spinoff**: Bringing NASA Technology Down to Earth. NASA Spinoff: NASA Technologies Benefit Society: 2011-2019. Disponível em: <<https://spinoff.nasa.gov>>. Acesso em junho de 2020.

<sup>2</sup> Para maior detalhes do programa, pode consultar o endereço: <<https://prograd.ufla.br/programas-e-projetos/29-prg/dpga/903-programa-institucional-de-bolsas-para-as-licenciaturas-public>>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

de aula, por meio de atividades que levem os estudantes a questionar e buscar a compreensão dos acontecimentos. Logo, o trabalho não possui uma característica de simplesmente abordar assuntos de maneira contextualizada, mas sim de apresentar situações nas quais a teoria está presente em diversos contextos e aplicações e o estudante seja capaz de interpretá-las e refletir, sendo assim construtor de seu conhecimento.

Inicialmente pensou-se em trabalhar com os conteúdos de Cinemática, Dinâmica, Energia, Gravitação, Estudo dos Gases, Termodinâmica e Astronomia. Contudo, as propostas não seguiram nenhum padrão de conteúdos e foram construídas considerando alguns aspectos, como a construção de conhecimento em ciências tratando de situações problematizadoras, que se aproximam da realidade dos estudantes mas sem perder o caráter científico. Desse modo, a possibilidade de se trabalhar com materiais de natureza científica tornou presente a utilização de atividades que contribuam para a compreensão da ciência por trás da Astronáutica e sua importância.

Além disso, busca-se apresentar as relações que as missões espaciais possuem com Ciência, Tecnologia e Sociedade, através de uma abordagem histórica. Nesta perspectiva, serão apresentadas algumas utilizações de tecnologias em nosso cotidiano que possuem relação com missões espaciais ou foram desenvolvidas nelas.

O trabalho é constituído por cinco capítulos. Após a **Introdução**, no capítulo 2 encontram-se presentes algumas **Perspectivas sobre a Educação em Astronomia**: as justificativas, possibilidades e potencialidades do estudo da Astronomia e da Astronáutica na Educação Básica. Já no capítulo 3 será apresentada a **Revisão Bibliográfica**, tratando uma revisão bibliográfica em pesquisas a respeito de trabalhos que utilizam a Astronáutica em sala de aula, além de uma revisão bibliográfica sobre trabalhos apresentados por agências e institutos espaciais, contemplando a Astronáutica, com a finalidade de ampliar o acervo de materiais didáticos sobre o tema, pois, como será retratado no capítulo, as propostas de ensino oriundas da pesquisa ainda são em número reduzido. O capítulo 4 traz as **Propostas** desenvolvidas utilizando a Astronáutica como tema para se ensinar Física, abordando conteúdos de Óptica e Natureza da Ciência. O capítulo 5 apresenta as **Considerações Finais**, considerando algumas reflexões sobre o desenvolvimento do trabalho e suas contribuições para a formação.

## 2 PERSPECTIVAS SOBRE A EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

A Astronomia teve e tem sua presença nos documentos oficiais da Educação Básica brasileira. Destacada nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs<sup>3</sup> com os temas Terra e Universo para o Ensino Fundamental e Universo, Terra e Vida para o Ensino Médio de acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006). A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), proposta de reestruturação dos currículos da Educação Básica no país, apresenta habilidades e competências para Ciências da Natureza no Ensino Fundamental intimamente ligadas ao ensino de Astronomia. As unidades temáticas “Matéria e energia”, “Vida e evolução” e “Terra e Universo” apresentam oportunidades em se trabalhar com conteúdos ou conceitos da Astronomia direta ou indiretamente. Já no Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias visa uma continuidade dos conteúdos trabalhados nos anos anteriores através do aprofundamento sobre dois eixos temáticos: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos”.

Além das temáticas associadas à Astronomia, algo bastante destacado na BNCC se refere à alfabetização científica:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (BRASIL, 2018, p. 321).

Como nós, a BNCC também identifica a alfabetização científica como fundamental na formação dos cidadãos para o exercício da cidadania e que deve se fazer presente no processo de formação básica. Com o objetivo de elucidar os conceitos de alfabetização científica,

---

<sup>3</sup> Por PCNs entendem-se os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (BRASIL, 1998) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio relacionados à Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2000).

buscou-se no estudo de Sasseron e Carvalho (2011) os Três Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, fazendo-os presentes nas propostas de intervenções didáticas, sendo eles: o eixo referente à **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**, presente na primeira proposta, buscando o desenvolvimento de conceitos de Óptica utilizando uma contextualização sobre o Telescópio Espacial *Hubble*; o eixo que se preocupa com a **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática** e o eixo que **compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente** presentes na segunda proposta tratando a história da Astronáutica, o contexto social de seu desenvolvimento e as interrelações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Ainda, o terceiro eixo também se encontra presente na primeira proposta onde são apresentadas discussões sobre as relações entre ciência e tecnologia através da constituição do Telescópio Espacial *Hubble* e como seu ferramental é utilizado para a construção de imagens do Universo.

De forma a contemplar os dois últimos Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica apresentam-se principalmente na segunda proposta, discussões que envolvem CTSA. Desta entende-se que:

A perspectiva CTSA no Ensino de Ciências é uma das formas que existe para problematizar a visão cientificista e instrumental da ciência e da tecnologia, resgatando suas implicações sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais, como aspectos relevantes para compreender o empreendimento científico como um processo histórico e humano mediado por diversos interesses, ideologias e pontos de vista em disputa. Ela tem promovido a importância de uma educação científica e tecnológica para todos os cidadãos, o que implica compreender o funcionamento da ciência na sociedade, desvelando as formas como a ciência se articula a determinados interesses e a forma como tem alterado nosso relacionamento com a sociedade e com a natureza. Assim, ensinar ciências no contexto contemporâneo deve ir além da apresentação de teorias, de leis e de conceitos científicos, deve implicar uma reflexão sobre o que os estudantes estão entendendo por ciência e tecnologia na sociedade em que vivem. (TEIXEIRA, 2013, p. 41).

Além da presença da Astronomia em documentos oficiais, pesquisas apontam a importância e justificativas para seu ensino. Soler e Leite (2012) mostram que grande parte dos trabalhos na área tratam a questão do despertar de curiosidades como justificativa principal para seu desenvolvimento. Ainda, nota-se a presença de justificativas quanto à

relevância sócio-histórico-cultural, sobre a conscientização e ampliação da visão de mundo e da interdisciplinaridade.

Ainda que a presença da Astronomia seja garantida pela BNCC na Educação Básica, algumas dificuldades são apontadas quanto à sua utilização. Destacam-se principalmente a

sensação de incapacidade e insegurança ao se trabalhar com o tema, respostas insatisfatórias para os alunos, falta de sugestões de contextualização, bibliografia e assessoria reduzida, e pouco tempo para pesquisas adicionais a respeito de tópicos astronômicos. Langhi e Nardi (apud Carvalho e Ramos, 2020, p. 85).

Assim, entende-se como essencial a presença de disciplinas de Astronomia nos cursos de graduação, além da ampliação de cursos voltados para a formação continuada de professores e produção de materiais que possam ser utilizados nas salas de aula da educação básica.

Em uma revisão bibliográfica, investigando as publicações em Educação em Astronomia, no período de 2004 à 2017, realizadas nos anais do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), na Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA), no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Lima et al. (2021) encontram 513 publicações, evidenciando que o crescimento significativo ocorre a partir de 2011 com o primeiro SNEA. Entretanto, ao analisar os conteúdos de Astronomia contemplados pelos 513 trabalhos, apenas 4 trabalhos abordam o conteúdo de Astronáutica. Neste contexto, o trabalho pretende contribuir com a ampliação de bibliografia e propostas de ensino na temática.

Mas onde a Astronáutica surge neste contexto? A Astronáutica como área da Astronomia é apontada com grande potencial para ser trabalhada na Educação Básica pois:

proporciona uma ferramenta inovadora para discutir a Física, interligando os conceitos com a prática. É uma possibilidade exequível para enriquecer as aulas e pode ainda ter o poder de atrair os alunos para uma participação mais ativa na disciplina, o que permite aproximação, melhoria da aprendizagem e interesse dos alunos que muitas vezes não a compreendem por falta de um contexto prático. (PINHEIRO, 2016, p. 20).

Outro fator relevante é a presença da Astronáutica em notícias vinculadas a missões espaciais. Estas têm a capacidade de despertar curiosidades e especulações sobre temas de Astronomia e, quando trabalhadas em sala de aula, podem contribuir ainda mais para a

compreensão destes eventos e para uma visão mais crítica e racional, fazendo-se entender sobre o Universo e sobre nós mesmos como seres humanos.

Assim, a pesquisa e o desenvolvimento das propostas aqui apresentadas buscam tratar estas questões de forma a apresentar temas de Física por meio da Astronáutica contribuindo com um material didático a ser trabalhado na Educação Básica.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Como já mencionado na introdução, a construção do trabalho teve início em maio de 2019 com a participação no Programa Institucional de Bolsas para as Licenciaturas (PIBLIC) da Universidade Federal de Lavras que se estendeu até abril de 2020. Na ocasião, o projeto Educação em Astronomia e Ensino de Física trouxe a possibilidade de estudo e aprofundamento em áreas da Astronomia, sendo Astronáutica uma delas. Além de estudos sobre a Educação em Astronomia, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica em que a temática da Astronáutica se encontrou presente associada à aulas de Física. Para a revisão foram consideradas duas plataformas de pesquisa: o Catálogo de Teses & Dissertações da CAPES e a Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA. Nas próximas seções, serão apresentados os resultados e desdobramentos da revisão realizada.

#### **3.1 Teses, Dissertações e artigos da RELEA**

Foram realizadas pesquisas na Revista Latino-Americana de Educação de Astronomia - RELEA e no Catálogo de Teses & Dissertações da CAPES. Em ambos a palavra de busca utilizada foi “Astronáutica”, contabilizando um total de 32 publicações encontradas. Dentre elas, se encontram presentes trabalhos voltados para as áreas de divulgação científica, comunicação, Física aplicada, Engenharia, Matemática, História e Geografia. Contudo, a pesquisa foi direcionada a publicações voltadas ao ensino de conceitos de Física e que, preferencialmente, apresentem propostas de ensino levadas à sala de aula, seja no Ensino Fundamental ou Médio. Deste total, apenas 8 publicações cumpriram o segundo critério sendo 7 presentes no Catálogo de Teses & Dissertações da CAPES e uma disponível na Revista Latino-Americana de Educação de Astronomia - RELEA.

Com a análise dos trabalhos é possível encontrar justificativas de utilização da Astronomia como tema estruturante e de apoio em sala de aula, com o intuito de facilitar a compreensão de alunos e o desenvolvimento das disciplinas por parte dos professores.

É importante destacar que os trabalhos foram desenvolvidos em variadas realidades, contemplando diferentes níveis de ensino, mas que não comprometem as possibilidades de adequação para utilização em outras realidades. As distintas realidades estão evidenciadas nos trabalhos apresentados por Pinto (2012) que realizou uma contextualização do ensino de mecânica utilizando a Astronomia e a Astronáutica em uma escola estadual no Rio de Janeiro,

no período noturno; por Ferreira (2016) que trata da interdisciplinaridade entre a Astronomia, Astronáutica e Física em escolas públicas e privadas, de nível Fundamental e Médio em Feira de Santana - BA; por Dias (2012) que traz novas estratégias de ensino para oficinas de Astronomia e Física, realizado em duas turmas do Ensino Fundamental do Colégio Militar do Rio de Janeiro; por Pinheiro (2016) que utiliza a Astronáutica como ferramenta de ensino de Física no Ensino Médio, na cidade de Ibicuitinga - CE.

Quanto às estratégias e aos recursos didáticos utilizados, também encontramos uma variedade entre os poucos trabalhos. Ferreira (2016) e Lameu, Langhi (2018) utilizam materiais de baixo custo - respectivamente, garrafas PET e tubos PVC na construção de foguetes, e CDs para a representação do Sistema Solar - como ferramentas facilitadoras na compreensão de conceitos da Física. Ambos os trabalhos apresentam potencialidades em suas aplicações devido a sua capacidade de representação simples e objetiva.

Pinto (2012) e Rios (2017) apresentam propostas de aplicação de conceitos físicos a partir da Astronomia e da Astronáutica, disponibilizando materiais on-line, utilizados no desenvolvimento de seus trabalhos com uma proposta de adequação e utilização futura.

Dias (2012), utiliza a música clássica juntamente com oficinas de Física. De acordo com a autora, a música contribui para a concentração dos alunos enquanto as oficinas contribuem com o aprendizado. Ainda, durante o desenvolvimento deste método em sala de aula, ela constatou a presença de uma preocupação dos alunos quanto à questões ambientais. Essa preocupação se encontra presente também no trabalho de Teixeira (2013). Nele, o autor utiliza a Astronomia e a Astronáutica juntamente com questões relacionadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA - como possível tema de desenvolvimento no ensino de Física. Realizando uma proposta a professores atuantes na área, o autor alcança resultados significativos quanto à preparação destes, tendo uma análise promissora sobre a utilização do tema em sala de aula.

O trabalho de Silva (2016) apresenta uma Sequência Didática - SD com uma série de conteúdos de Física a serem tratados em sala de aula utilizando conceitos de Astronomia, Astronáutica e Aeronáutica. Os resultados apontados após a utilização da SD foram considerados como positivos e permitiu, segundo o autor, um melhor desenvolvimento por parte dos alunos, que obtiveram maior interesse e compreensão sobre os temas abordados.

A respeito das fundamentações utilizadas em cada trabalho, a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel serve de base teórica para os trabalhos de Rios (2017), Ferreira (2016) e Pinheiro (2016). Este último, utiliza ainda a teoria da interação social de Vygotsky

como complemento. Vygotsky se faz presente também na Sequência Didática apresentada por Silva (2016), com sua teoria histórico-cultural servindo como base teórica, juntamente com os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990).

Ao analisar cada publicação, foi possível identificar uma grande possibilidade de utilização da Astronáutica como tema na construção de conceitos da Física em sala de aula. Apesar de um número não tão significativo de trabalhos, a maioria deles apresenta resultados identificados como satisfatórios. Portanto, dialogando com as nossas expectativas, esta revisão vem salienta a possibilidade do desenvolvimento de temas relacionados à Astronomia, principalmente a Astronáutica, como caminho para favorecer o Ensino de Física, além de proporcionar aos alunos conhecerem mais sobre a temática em si.

### **3.2 Sítios das Agências e Institutos**

Devido a baixa quantidade de trabalhos voltados à utilização da Astronáutica em aulas de Física, optou-se por ampliarmos as pesquisas. Assim, foram consultados materiais disponibilizados pelas principais agências espaciais, onde identificamos aspectos da Astronáutica que tem potencialidade de serem trabalhados em aulas de Física. Portanto, a revisão é constituída por revistas da *European Space Agency* - ESA e da *National Aeronautics and Space Administration* - NASA; e artigos da Agência Espacial Brasileira - AEB e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Além destes, buscou-se por materiais de outras agências espaciais como a *Japan Aerospace Exploration Agency* - JAXA, a Corporação Estatal de Atividades Espaciais Roscosmos - ROSCOSMOS e a *National Centre for Space Studies* - CNES. Entretanto, devido a limitação por não conhecer japonês, russo e francês optou-se por não trabalhar com estes materiais. Com isso, abaixo estão apresentados os trabalhos que contribuíram com o fornecimento de informações e conhecimentos que puderam ser utilizados para o desenvolvimento das propostas, separados por agências.

#### **3.2.1 Agência Espacial Brasileira - AEB**

No próprio *site* da AEB<sup>4</sup> é possível encontrar uma grande diversidade de trabalhos

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.gov.br/aeb/pt-br>>. Acesso em: julho de 2022.

sobre Astronáutica. Estão disponíveis apostilas educacionais<sup>5</sup> voltadas para o processo de formação continuada de professores, roteiros de atividades experimentais e coleções de livros; todos voltados ao ensino de Astronomia e Astronáutica. Neste sentido, identifica-se a possibilidade de se utilizar estes materiais em sala de aula utilizando os livros didáticos e os experimentos como motivadores do processo.

Além destes materiais, encontram-se também revistas institucionais<sup>6</sup> que abordam aspectos da Astronáutica brasileira como seu desenvolvimento, desafios e perspectivas para o futuro. Ainda, o Programa Nacional de Atividades Espaciais - PNAE, apresentado em quatro documentos<sup>7</sup> que contemplam o período de 1996 a 2021, mostra como o governo federal direciona seus investimentos para a área espacial. Este material apresenta potencialidades de abordagem de questões de Natureza da Ciência, inclusive de forma investigativa, possibilitando aos estudantes buscar informações sobre o que tem sido cumprido, ou não, e desenvolver o pensamento crítico a respeito da atuação política nos avanços da ciência e tecnologia.

Por fim destacam-se uma seção voltada ao Programa Espacial Brasileiro<sup>8</sup> onde estão disponíveis informações completas sobre toda estrutura organizacional e política, os objetos espaciais brasileiros, uma linha do tempo contemplando os principais feitos do programa espacial brasileiro e os investimentos na área; e uma seção voltada à Educação e Tecnologia<sup>9</sup>, onde encontram-se ações e programas realizados pela agência como forma de incentivar o interesse pela área e possibilidades de ingressar no ramo espacial.

### **3.2.2 *European Space Agency - ESA***

Estão disponíveis no *site* da *ESA*<sup>10</sup> variados materiais sobre Astronomia e Astronáutica, cujo foco principal são a educação e a divulgação científica. Algumas

---

<sup>5</sup> Disponível em:

<<https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/educacional/apostilas>>. Acesso em: julho de 2022.

<sup>6</sup> Disponível em:

<<https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/institucional/revistas>>. Acesso em: julho de 2022.

<sup>7</sup> Disponível em: <<https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/institucional/pnae>>. Acesso em: julho de 2022.

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro>>. Acesso em: julho de 2022.

<sup>9</sup> Disponível em: <<https://www.gov.br/aeb/pt-br/acoes-e-programas>>. Acesso em: julho de 2022.

<sup>10</sup> Disponível em: <<https://www.esa.int>>. Acesso em: julho de 2022.

publicações chamaram mais atenção: a “*ESA BR-324 Our Future in the Space Age*” que mostra algumas tecnologias provenientes da exploração espacial que acabam sendo adaptadas e utilizadas na Terra; a “*ESA BR-316 Technologies for European Launchers*” que detalha quarenta e quatro exemplos de novas tecnologias a serem aplicadas pela *ESA* em missões espaciais futuras, envolvendo propulsão, componentes mecânicos e estruturais; a “*ESA BR-309 ESA and Space Debris*” e a “*ESA BR-329 The Challenge of Space Debris*”, publicados com três anos de diferença, tratam da questão do lixo espacial, as consequências de seu aumento, além de desafios e estratégias para contornar a situação.

Ao analisar estes trabalhos foi possível identificar grande possibilidade de desenvolvimento destes conhecimentos em sala de aula, uma vez que se entende que a compreensão de tecnologias e sua utilização no planeta Terra é importante para a formação dos estudantes, inclusive está presente nos documentos oficiais da Educação Básica. Além disso, considera-se importante também o conhecimento por parte dos efeitos que a exploração espacial pode causar à vida na Terra, sendo o lixo espacial, um objeto de estudo presente nestes materiais. Assim, ensinar e aprender Astronáutica não se limita ao estudo de foguetes e seus lançamentos: requer a compreensão de seus efeitos, sua importância e os cuidados necessários em sua atuação.

### **3.2.3 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**

O livro “Caminhos para o espaço”<sup>11</sup>, desenvolvido como comemoração dos trinta anos do INPE, conta a história da participação do instituto na exploração espacial brasileira e suas relações com outras agências internacionais de desenvolvimento espacial. Este material é considerado relevante pois permite compreender o desenvolvimento tecnológico e científico do Brasil nesta área, que culminaria na criação de projetos responsáveis pelos sistemas de monitoramento do clima e da Amazônia, por exemplo. Ainda, em seu próprio site, encontram-se presentes algumas plataformas de monitoramento de dados que possibilitam a análise de questões como desmatamento, clima e queimadas.

Neste sentido, esses materiais possibilitam a utilização de dados reais em sala de aula demonstrando grande potencialidade para se trabalhar com questões ambientais de forma crítica. Além disso, conhecer este tipo de tecnologia à disposição de nosso país contribui para

---

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/6qtX3pFwXQZsFDuKxG/DPjmK>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

a compreensão da importância dos satélites em nossas vidas. Um ponto que geralmente é tema de discussão e reportagens (principalmente atualmente) diz respeito ao elevado investimento necessário para a realização de missões espaciais. Apresentar resultados como este, um sistema de monitoramento nacional, possibilita compreender um dos possíveis motivos de tais investimentos.

### **3.2.4 *National Aeronautics and Space Administration - NASA***

Dentre os materiais destacam-se as revistas *Spinoff*<sup>12</sup> que trazem um compilado de tecnologias utilizadas em missões espaciais ou desenvolvidas como consequência delas e que trazem algum benefício à humanidade. Em seu *site* onde são disponibilizados os materiais é possível encontrá-los classificados por ano de publicação: entre 2011 e 2022; por categoria: *Health and Medicine, Transportation, Public Safety, Consumer Goods, Energy and Environment, Information Technology* e *Industrial Productivity*; e por missões: *Orion and Space Launch System, Mars, International Space Station, Space Shuttle, Hubble Space* e *Apollo*. Esta divisão facilita a escolha dos objetos que desejam ser analisados.

Outro material analisado foi a coleção “Space Math” constituída por dez livros e distribuída para milhares de professores entre 2004 e 2014. Neles estão presentes atividades que envolvem conhecimento científico e espacial, sendo desenvolvidas com a intenção de se trabalhar em parte da educação básica nos Estados Unidos<sup>13</sup>. O material é muito interessante, pois apresenta temas considerados complexos de forma simples, percebendo-se então, uma transposição didática muito bem desenvolvida. Assim, as atividades têm grande potencialidade de desenvolver a curiosidade e o envolvimento dos estudantes por abordar temas tão diferentes do que geralmente se trabalha quando se estuda ciências.

Vários outros materiais foram objeto de análise. A NASA apresenta uma grande quantidade de materiais de divulgação científica o que mostra sua preocupação com o investimento não só no desenvolvimento espacial, mas que os cidadãos estadunidenses desenvolvam interesse pela área. Alguns destes merecem destaque.

---

<sup>12</sup> NASA. **Spinoff Brochures**. NASA Spinoff. Disponível em:

<<https://spinoff.nasa.gov/spinoff/brochures>>. Acesso em: agosto de 2022.

<sup>13</sup> Entende-se por “parte da educação básica nos Estados Unidos” as séries entre o *5th grade* e o *12th grade*, ou seja, do último ano da educação primária (10-11 anos de idade) até o último ano da educação secundária (17-18 anos de idade).

O livro “*Beyond Earth: a Chronicle of Deep Space Exploration, 1958-2016*”<sup>14</sup> apresenta detalhadamente todas as missões espaciais realizadas desde o início da era espacial até o ano de 2016 incluindo suas características principais (como nação responsável, nave espacial utilizada, peso, entre outros), objetivos de lançamento e resultados alcançados. O material é bem completo e possibilita uma análise mais detalhada de cada uma das missões.

O livro “*Coming Home: Reentry and Recovery from Space*”<sup>15</sup> apresenta, sob um contexto histórico completo, como se deu o desenvolvimento das tecnologias necessárias para a reentrada dos objetos espaciais no planeta Terra. Este material contribui com a compreensão de como são projetados os foguetes e naves espaciais da perspectiva de tornar-se possível seu lançamento e sua recuperação após cumprir sua missão.

A revista “*Hubble Focus: Our Amazing Solar System*”<sup>16</sup> traz as contribuições que o Telescópio Espacial Hubble trouxe desde seu lançamento. Em especial são discutidas as observações climáticas de outros planetas, luas de Júpiter com potencial condição habitável, além do comportamento e características de cometas e asteroides no sistema solar. Algo que também chama atenção nesta publicação é uma discussão da percepção da humanidade sobre o sistema solar, desde a antiguidade até as descobertas do telescópio Hubble. Além das fascinantes descobertas que podem ser utilizadas como motivação e despertadoras de curiosidades em sala de aula, há uma discussão relevante que remete a uma melhor observação de objetos astronômicos quando se está fora da Terra, devido à ausência dos efeitos provocados pela atmosfera terrestre. Mais uma vez nota-se grande potencialidade de se trazer este tipo de discussão em sala de aula, destacando a importância das missões espaciais e seus resultados a fim de uma melhor compreensão de nosso Universo.

A revista “*International Space Station Facilities: Research in Space 2017 and Beyond*”<sup>17</sup> traz um compilado de informações sobre a Estação Espacial Internacional e como diferentes nações a utilizam para o desenvolvimento científico. Nela são apresentadas a constituição da ISS detalhando cada componente presente em sua estrutura, além de como e

---

<sup>14</sup> Disponível em: <[https://www.nasa.gov/connect/ebooks/beyond\\_earth\\_detail.html](https://www.nasa.gov/connect/ebooks/beyond_earth_detail.html)>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

<sup>15</sup> Disponível em: <[https://www.nasa.gov/connect/ebooks/coming\\_home\\_detail.html](https://www.nasa.gov/connect/ebooks/coming_home_detail.html)>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

<sup>16</sup> Disponível em: <<https://solarsystem.nasa.gov/resources/669/hubble-focus-our-amazing-solar-system/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

<sup>17</sup> Disponível em: <[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/np-2017-04-014-a-jsc\\_iss\\_utilization\\_brochure\\_2017\\_web\\_6-5-17.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/np-2017-04-014-a-jsc_iss_utilization_brochure_2017_web_6-5-17.pdf)>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

onde são realizadas as pesquisas. Este material, apesar de apresentar uma linguagem científica avançada, pode ser adaptado com o intuito de trabalhar questões de desenvolvimento científico em sala de aula buscando demonstrar que algumas condições como a atração gravitacional da Terra podem afetar resultados experimentais, por exemplo. Entretanto, não se limita a isso, sendo possível sua utilização na abordagem da importância da ISS apontando contribuições provenientes de estudos dentro de sua estrutura. Além disso, possibilita apresentar o trabalho (ou parte dele) de um Astronauta, os conhecimentos e as condições necessários para se tornar um.

### 3.2.5 Outros materiais

Por último, mas não menos importante, foi realizado um estudo sobre o curso “Astrofísica para todos”<sup>18</sup>, idealizado como um Projeto de Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina. A análise buscou abordar apenas o módulo “Astronáutica” e constatou-se que os materiais disponibilizados (slides e vídeo aulas) cumprem muito bem com os objetivos do projeto que, segundo os próprios autores, visa o compartilhamento de informações com pessoas de diferentes idades, distantes dos centros de conhecimento e de forma gratuita buscando encantá-las e ampliar seus horizontes. O módulo referente à Astronáutica aborda de forma bem detalhada e contextualizada como se deu o desenvolvimento da exploração espacial. Por ser um material disponibilizado em vídeo aulas, permite sua abordagem de diferentes formas, podendo ser feitos recortes específicos para serem discutidos em sala de aula. Ainda, apresenta grande potencialidade de ser trabalhado como curso (como foi idealizado) ou como projeto.

A partir da leitura dos materiais e um maior conhecimento sobre a Astronáutica e sua presença em temas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente buscou-se uma forma de abordar estes estudos em sala de aula. Assim, idealizou-se a criação de um material para uso do professor que apresente intervenções didáticas envolvendo conteúdos de Física com a Astronáutica como tema estruturante.

---

<sup>18</sup> Disponível em: <<https://astrofisica.ufsc.br/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

## 4 ASTRONÁUTICA COMO TEMA ESTRUTURANTE PARA ATIVIDADES DIDÁTICAS

Com o objetivo de contribuir com a alfabetização científica, de acordo com as visões de Chassot (2003) destacadas anteriormente; e colaborar com o Ensino de Física, buscou-se a elaboração de propostas de atividades utilizando a Astronáutica como tema estruturante. Tais propostas buscam apresentar contextualização e situações problema não tão comuns de serem tratados em aulas de Física, sendo a Astronáutica uma área “distante” e que tem a possibilidade de ser trabalhada como centro de discussões de diversas áreas da Física. Abaixo, serão descritas as intervenções e suas possibilidades de adequação para a aplicação no Ensino Fundamental e Médio.

Juntamente à proposta cujos materiais selecionados e conteúdos encontram-se destacados em quadros amarelos, serão indicadas possibilidades de se trabalhar tais materiais e conteúdos, por meio de dicas/orientações aos professores que acessarem o material.

### 4.1 *Hubble* e o estudo da Óptica: a Física do Telescópio

Um dos projetos que identificamos como de grande interesse para o avanço das ciências e que nos traz um grande fascínio é o lançamento de sondas e telescópios espaciais que possibilitam a ampliação do conhecimento do espaço. Assim, consideramos abordar, a partir desta temática, os conteúdos de Óptica, buscando trabalhar uma aproximação com as tecnologias presentes nestes instrumentos utilizados para uma melhor compreensão do Universo. Através de problematizações utilizando telescópios (em especial o Telescópio Espacial *Hubble*) são apresentados os fenômenos ópticos de reflexão e refração da luz, além de discutir como ocorre o processo de identificação de cores para a formação de imagens.

O Quadro 1 (abaixo) traz alguns objetivos desejados, esperando desenvolver nos estudantes aspectos da alfabetização científica atrelados à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; e à compreender o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, dois dos Três Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, segundo Sasseron e Carvalho (2011). Ainda, de acordo com a tipologia dos conteúdos de Zabala (1998), identificam-se a aprendizagem de conceitos e princípios presentes no tratamento dos conceitos de telescópio e especificidades relacionadas ao *Hubble*, na compreensão do processo de identificação de cores e sua

utilização na formação de imagens; e a aprendizagem procedimental presentes na construção de uma estrutura de conhecimento e no desenvolvimento de atividades problematizadoras.

Quadro 1 - Objetivos da primeira proposta.

| <b>Objetos de estudo</b>     | <b>Objetivos específicos</b>   |
|------------------------------|--|
| Óptica                       | Compreender os fenômenos e ferramentas ópticas presentes nos telescópios                               |
| Luz                          | Entender a natureza ondulatória e suas características   |
| Relação Ciência e Tecnologia | Desenvolver atividades que contribuam para a apreciação da Ciência e dos saberes científicos           |
|                              | Identificar a importância das tecnologias por trás dos telescópios e a importância de suas observações |
|                              | Reconhecer a Ciência e seus processos como forma de compreensão de nosso Universo                      |

Fonte: Do autor (2022).

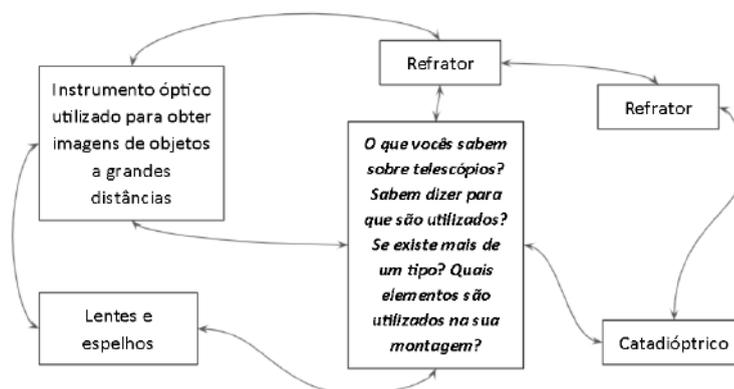
Partindo de questões iniciais, busca-se entender o que os estudantes conhecem sobre um telescópio. Dessa forma, é orientado que eles desenvolvam respostas para as seguintes questões<sup>19</sup>:

**O que vocês sabem sobre telescópios? Sabem dizer para que são utilizados? Se existe mais de um tipo? Quais elementos são utilizados na sua montagem?**

A partir das respostas dos estudantes, estrutura-se uma teia de ideias. Na Figura 1 (abaixo), destacam-se as respostas esperadas para as perguntas apresentadas e conceitos fundamentais presentes.

<sup>19</sup> Tais questões podem ser utilizadas para a realização de uma pesquisa orientada com textos previamente selecionados, uma pesquisa livre sem o auxílio do professor ou simplesmente para ouvirmos os estudantes, identificando seus conhecimentos sobre o assunto.

Figura 1 - Exemplo de teia de ideias a ser construído.



Fonte: Do autor (2022).

A teia de ideias será revisitada em um momento seguinte, por isso é importante sua construção e destacar principalmente as respostas dos estudantes, possibilitando a identificação que suas ideias tem importância e são valorizadas.

Em seguida, parte-se para um pensamento “mais alto”, tratando dos telescópios espaciais. Ainda, o conhecimento dos telescópios terrestres e suas características serão de grande importância para o desenvolvimento das atividades futuras.

### Você conhece algum telescópio espacial?

A pergunta acima tem como objetivo servir como “ponte” para a discussão sobre o Telescópio *Hubble*, objeto de estudo central nesta seção.

Além disso, uma problematização potencial diz respeito à razão em se trabalhar com um telescópio espacial, como suas vantagens em relação aos telescópios terrestres. Pode-se assim, discutir a questão de não haver interferência da atmosfera terrestre na captura de imagens facilitando a coleta de informações.

Inicialmente, será tratado seu contexto: definição, lançamento, razão de seu nome, função de seu lançamento e características principais.<sup>20</sup>

O Telescópio *Hubble* é um observatório espacial, lançado em 1990 pelo ônibus

<sup>20</sup> BELLEVILLE, M. **About The Hubble Space Telescope**. July, 2020. United States. NASA, 2020. Disponível em: <[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/hubble/about](https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/about)>. Acesso em: julho de 2022.

espacial estadunidense *Discovery*<sup>21</sup>. Seu nome é uma homenagem ao astrônomo *Edwin Hubble*, em reconhecimento a suas importantes descobertas no ramo da Astronomia.

Desde seu lançamento, o Telescópio *Hubble* foi capaz de fazer uma varredura de nossos arredores, tornando possível um conhecimento melhor sobre nosso Universo. São mais de 1,4 milhões de observações que renderam cerca de 17 mil artigos científicos baseados em suas descobertas. A Figura 2 traz sua representação:

Figura 2 - O Telescópio *Hubble* e seus instrumentos principais.



Fonte: STScI.<sup>22</sup>

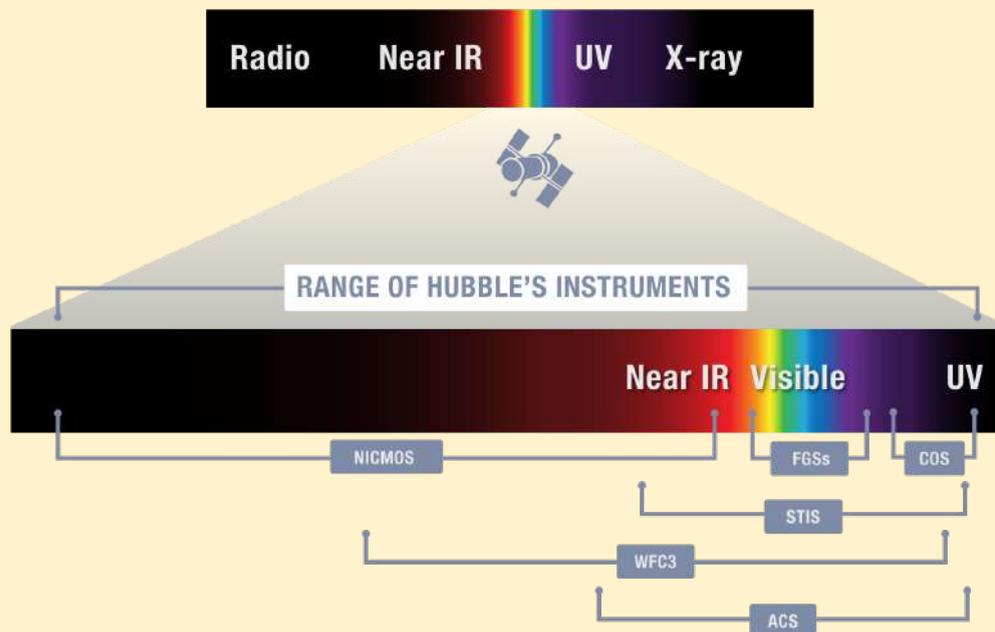
Com sua robusta constituição de aproximadamente 825 Kg e 2,4 m, ele é equipado com uma série de instrumentos que são capazes de capturar informações de galáxias, estrelas, planetas, buracos negros, entre outros, e trazer informações sobre estes corpos para a compreensão humana, possibilitando estudos mais aprofundados. Ele serve então como uma ferramenta de exploração do Universo, sendo chamado de “o olho dos Astrônomos para o Universo”.

Vamos agora conhecer um pouco mais sobre algumas outras funcionalidades do Telescópio *Hubble* e como suas ferramentas transformam os dados coletados nas imagens como conhecemos. A Figura 3 (abaixo) apresenta os instrumentos utilizados na captação de dados e em qual faixa do espectro eletromagnético cada um deles atua.

<sup>21</sup> Nome da nave espacial orbital pertencente ao programa de ônibus espaciais da NASA.

<sup>22</sup> STScI. **About The Hubble Space Telescope**. Space Telescope Science Institute. Disponível em: <<https://hubblesite.org/mission-and-telescope/the-telescope>>. Acesso em: julho de 2022.

Figura 3 - Capacidade de observação dos instrumentos do Telescópio *Hubble*.



Fonte: STScI.<sup>23</sup>

A *Wide Field Camera 3 - WFC3* (ou Câmera 3 de Ampla Visão) tem a capacidade de observação da luz (emitida ou refletida), proveniente de objetos astronômicos, com comprimentos de onda entre o infravermelho, o espectro de luz visível e o ultravioleta. Assim, ela é capaz de capturar um grande número de informações no Universo, sendo importante na produção de imagens de estrelas e até de galáxias distantes de nós.

O *Cosmic Origins Spectrograph - COS* (ou Espectrógrafo<sup>24</sup> de Origens Cósicas) é mais utilizado na identificação de pontos de luz, como na observação de estrelas e quasares<sup>25</sup> por exemplo. Este instrumento é majoritariamente utilizado nos estudos do desenvolvimento de galáxias, da formação de planetas e do surgimento de elementos necessários à condição de vida.

A *Advanced Camera for Surveys - ACS* (ou Câmera Avançada para Levantamentos) é responsável pelo detalhamento de informações do Universo. Além de

<sup>23</sup> STScI. **What's on Board**. Space Telescope Science Institute. Disponível em:

<<https://hubblesite.org/mission-and-telescope/instruments>>. Acesso em: 23 de julho de 2022.

<sup>24</sup> Um espectrógrafo é um instrumento que dispersa a luz de um objeto em seus comprimentos de onda componentes para que possa ser analisado e registrado por meio de uma fotografia.

<sup>25</sup> Um quasar é um objeto astronômico maior que uma estrela e menor que uma galáxia (em termos de classificação). Seu nome é uma abreviação para “um objeto quase estelar”.

ser responsável pelas imagens de luz visível mais impressionantes do espaço, ela ajuda a mapear as distribuições de matéria escura<sup>26</sup>, é capaz de identificar os objetos mais distantes no Universo, procurar por planetas massivos e estudar aglomerados de galáxias.

O *Space Telescope Imaging Spectrograph - STIS* (ou Espectrógrafo de Imagem do Telescópio Espacial) é capaz de fornecer informações de temperatura, composição química, densidade e movimento de objetos celestiais, através de uma combinação de uma câmera com um espectrógrafo. Com sua larga capacidade de observação de luz em diferentes comprimentos de onda, ele consegue estudar buracos negros e estrelas monstro<sup>27</sup>, além de analisar a atmosfera de mundos que orbitam outras estrelas.

A *Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer - NICMOS* (ou Câmera de Infravermelho-Próximo e Espectrômetro de Vários Objetos) detecta luz infravermelha, para nós conhecida como calor. Logo, ela é útil na identificação de objetos “escondidos” por poeira interestelar, bem como no detalhamento de galáxias distantes, planetas e sistemas solares e formações de estrelas onde não é possível a observação em luz visível.

Os *Fine Guidance Sensors - FGS* (ou Sensores de Orientação Fina) formam um conjunto de três sensores onde, dois deles focam o telescópio em estrelas guia<sup>28</sup>, fazendo possível a observação de um determinado objeto por parte de um dos instrumentos acima citados. O terceiro sensor tem a função de, com precisão, medir a distância entre estrelas e seus movimentos.

Após a apresentação de nosso objeto de estudo, busca-se entender um pouco mais sobre o comportamento da luz, o funcionamento de alguns instrumentos e fenômenos ópticos, através de alguns exercícios.

---

<sup>26</sup> Material não luminoso cuja existência foi postulada em concordância com a teoria cosmológica de expansão do Universo. Para mais informações, consultar: STEINER, J. E. **A origem do universo** - Estudos Avançados, [S. l.], v. 20, n. 58, p. 231-248, 2006. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10192/11781>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

<sup>27</sup> Estrela monstro é uma classificação atribuída a estrelas muito maiores que o Sol (mais de cem vezes a massa do Sol).

<sup>28</sup> Estrelas usadas como referência para se manter o traçado de um telescópio.

A partir da análise dos diferentes instrumentos do Telescópio *Hubble*, percebe-se que ele atua em diferentes escalas do espectro eletromagnético. Assim, buscaremos entender um pouco sobre suas características.

A luz é uma forma de energia que se propaga em meios materiais e no vácuo. Apesar de não ser "vista", a luz é percebida pelas diferentes interações que ela possui com a matéria. E foram essas distintas interações que abriram discussões sobre seu comportamento peculiar onde pode ser identificada ora como onda, ora como partícula.

No século XVIII houve uma disputa a respeito da natureza da luz: teoria corpuscular ou teoria ondulatória. Isaac Newton (1643-1727) acreditava que a luz era constituída de minúsculas partículas, tendo um caráter corpuscular. Um dos argumentos para isso é o fenômeno da reflexão que é análogo à colisão das partículas com um anteparo e o fato da luz não contornar obstáculos nas condições da óptica geométrica, diferentemente das ondas sonoras. Christiaan Huygens (1629-1695) apresentou uma teoria, em 1690, na qual propunha que a luz era uma onda que se propagava em um meio material sem massa, que mais tarde foi chamado de éter luminífero. A teoria ondulatória da luz foi aceita apenas em 1800 quando Thomas Young (1773-1829) apresentou o fenômeno da interferência. Devido ao seu trabalho, a teoria ondulatória obteve grande apoio. (ARAÚJO, 2018, p. 2).<sup>29</sup>

Além do reconhecimento do comportamento da luz e dos diferentes fenômenos ópticos, assuntos fundamentais para a construção do Telescópio *Hubble*, sabermos mais sobre os astros celestes também consiste de conhecimento fundamental, e como fonte de estudos nada mais adequado que a nossa estrela mais próxima, o Sol.

Nosso Sol, como toda estrela, é um corpo luminoso que emite radiação através dos processos de fusão nuclear em seu núcleo. Sua energia é irradiada principalmente em forma de luz visível, infravermelho e ultravioleta (faixa de observação do Telescópio *Hubble*). A luz visível emitida pelo Sol é da cor branca e esta é composta por sete outras cores. Uma forma de se perceber este fenômeno é através do processo de

---

<sup>29</sup> Vale destacar que esta é uma simplificação que busca apenas introduzir a teoria corpuscular e a teoria ondulatória da luz. Muitos outros cientistas além de Huygens e Newton tiveram contribuições para o desenvolvimento do campo da Óptica. Para uma análise mais aprofundada, recomenda-se a leitura do artigo: MOURA; B. A. **Newton versus Huygens**: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias para a luz. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 111-141, abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p111>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

dispersão da luz que podemos identificar em um arco-íris ou em um CD, conforme apresentadas na Figura 4 e na Figura 5, respectivamente.

Figura 4 - Arco-íris.



Fonte: USP Imagens.<sup>30</sup>

Figura 5 - CD.



Fonte: Unicamp.<sup>31</sup>

Além do fenômeno da dispersão da luz, são identificados também os fenômenos

---

<sup>30</sup> Disponível em:

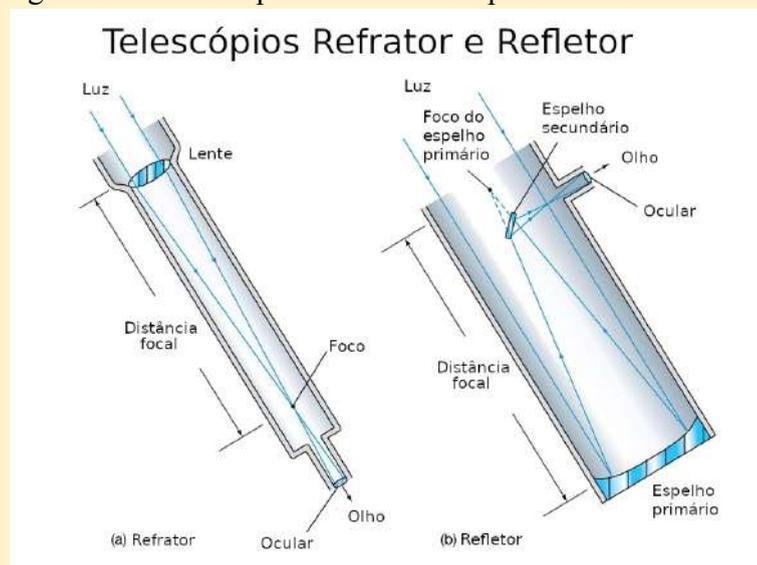
<<https://imagens.usp.br/editorias/abstrato-categorias/flora-campus-da-capital/attachment/arco-iris/>>. Acesso em: março de 2022.

<sup>31</sup> Disponível em:

<[https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2005/ThiagoS-Lunazzi\\_RF2.pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2005/ThiagoS-Lunazzi_RF2.pdf)>. Acesso em: março de 2022.

de reflexão e refração da luz. Sua presença pode ser percebida na estrutura de telescópios, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Análise óptica entre telescópios refrator e refletor.



Fonte: Planetário de Vitória - UFES (2020).<sup>32</sup>

Após esta apresentação, identifica-se a possibilidade de discussão sobre os fenômenos ópticos de refração e reflexão, juntamente com espelhos e lentes, quanto à formação de imagens. Simulações como “Óptica Geométrica”<sup>33</sup> da plataforma PhET<sup>34</sup> são recomendáveis por ilustrarem muito bem as situações de forma interativa e favorecerem a compreensão e a curiosidade dos estudantes. O tempo destinado ao desenvolvimento dos estudos dos espelhos e das lentes depende das escolhas do professor, mas recomendamos que não se tenha um grande afastamento temporal da temática da aula que é o estudo do telescópio.

Dando continuidade, parte-se para o estudo do fenômeno de absorção da luz, também de essencial compreensão para o desenvolvimento da proposta.

<sup>32</sup> Disponível em:

<<https://planetariodevitoria.ufes.br/dicas-de-astronomia-amadora-meu-primeiro-telescopio/>>. Acesso em: agosto de 2022.

<sup>33</sup> Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/geometric-optics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/geometric-optics)>. Acesso em: agosto de 2022.

<sup>34</sup> Abreviação para *Physics Education Technology*, a plataforma contém diversas simulações interativas de diferentes áreas do conhecimento.

Começamos falando das estrelas, que possuem luz própria e que irão emitir luz em diferentes cores (frequências) e luminosidade dependendo de fatores inerentes de cada estrela. Mas também podemos observar os corpos iluminados e um tópico interessante diz respeito à cor dos corpos, onde encontramos a presença de mais um fenômeno óptico. Se analisarmos os corpos iluminados, temos que eles não possuem luz própria. Sendo assim, só é possível enxergá-los pois eles refletem a luz que neles incidem. Confuso? Vamos investigar este conceito.

**Quais as cores da bandeira do Brasil? Só a enxergamos assim pois ela está sendo iluminada pela luz branca. E quando, em um quarto escuro, iluminamos a bandeira do Brasil com diferentes cores, o que você espera que aconteça?**

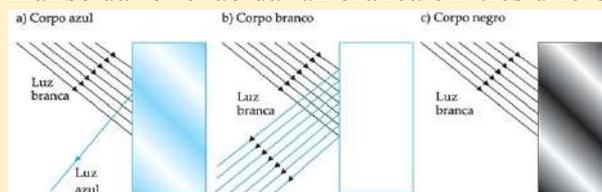
Figura 7 - Bandeira do Brasil iluminada com diferentes cores.



Fonte: SILVA; MEDEIROS JÚNIOR (2017)<sup>35</sup>.

A Figura 7 (acima) apresenta ilustrações que correspondem à bandeira do Brasil sendo iluminada com luz branca, amarela, verde e vermelha, respectivamente. A ilustração considera que o fenômeno ocorre pois um objeto pode absorver alguns dos componentes da luz incidente, não refletindo todos eles. Podemos dizer então que as cores com que vemos os objetos correspondem às cores da luz refletida por eles. De fato a coisa não é bem assim, vamos analisar algumas situações, como representado na Figura 8:

Figura 8 - Análise da reflexão da luz branca em três diferentes corpos.

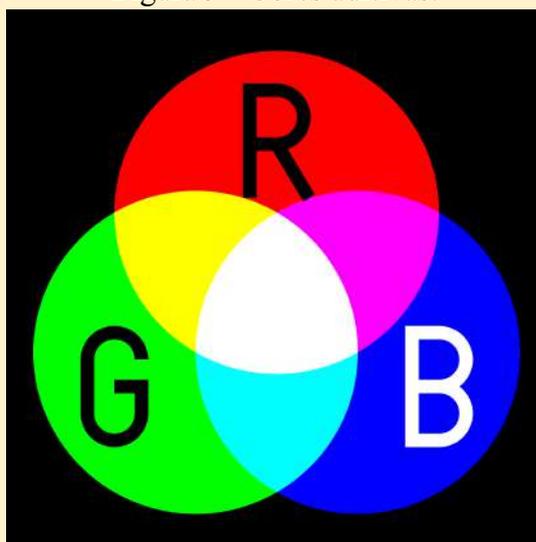


<sup>35</sup> SILVA, L. F. da. & MEDEIROS JÚNIOR, R. N. **As cores da bandeira brasileira em diferentes cenários de iluminação**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 609-610, ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p603/34600>>. Acesso em: março de 2022.

Fonte: Polêmicos.<sup>36</sup>

Um corpo é dito **branco** quando reflete todas as cores componentes da luz branca. Já um **corpo negro**, absorve todas as cores que nele incidem. Como pode ser observado na Figura 8, o **corpo azul** absorve quase toda a luz branca, menos a azul, que será refletida, determinando a cor do corpo. Entretanto, a cor azul é uma das cores denominadas como primárias e por esta razão a explicação acima é válida. Generalizar esta explicação para todas as cores resulta nas imagens ilustradas na Figura 7 que não correspondem à realidade observada. Logo para tal entendimento, devemos considerar que entre as cores de luz temos uma composição que é ilustrada na Figura 9, e que permitirá compreender a identificação das cores. Mantendo a conclusão que nossa percepção de cores depende, inicialmente, da fonte de luz e da luz refletida.

Figura 9 - Cores aditivas.



Fonte: MXStudio (2019).<sup>37</sup>

Como proposta de atividade, pode-se requisitar que os estudantes proponham uma correção para a imagem da bandeira do Brasil sendo iluminada pela cor amarela (composta pelas cores verde e vermelha). A Figura 10 ilustra a resposta esperada:

---

<sup>36</sup> Disponível em:

<<http://polemicascmm.blogspot.com/2012/09/a-cor-de-um-corpo-por-reflexao.html>>. Acesso em: março de 2022.

<sup>37</sup> Disponível em: <<https://mxstudio.com.br/tabela-cores-web/>>. Acesso em: março de 2022.

Figura 10 - Bandeira do Brasil iluminada pela cor amarela.



Fonte: SILVA; MEDEIROS JÚNIOR (2017)<sup>38</sup>.

Como fechamento para esta seção destinada a compreensão e identificação das cores de um objeto, é proposta uma nova atividade onde investiga-se a seguinte situação:

**E se iluminarmos um objeto com luz branca e este refletir apenas duas cores, absorvendo as demais. Você consegue identificar com qual cor o enxergaríamos?**

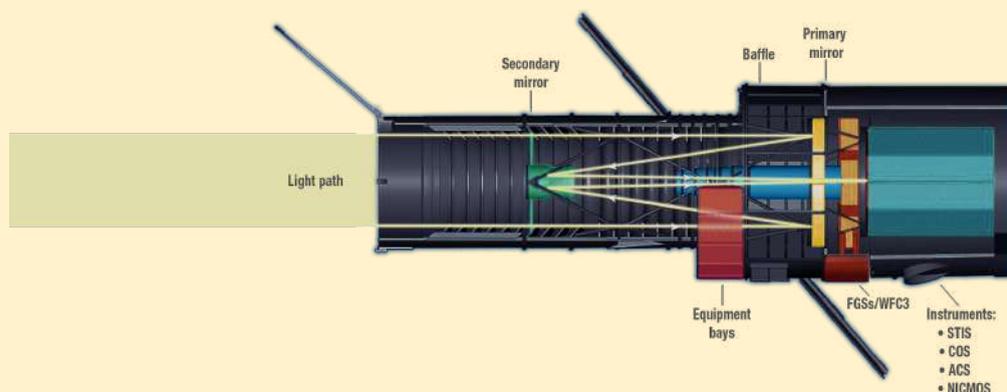
As atividades buscam levar os estudantes à compreensão sobre o processo de identificação de cores de um objeto e também sobre seu processo de combinação. Além disso, será importante para a compreensão de como são formadas as imagens pelo Telescópio Espacial *Hubble*.

Adiante, será apresentado como ele é capaz de realizar as “leituras” do Espaço e traduzi-las para nossa compreensão.

---

<sup>38</sup> SILVA, L. F. da. & MEDEIROS JÚNIOR, R. N. **As cores da bandeira brasileira em diferentes cenários de iluminação**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 614, ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p603/34600>>. Acesso em: 23 de março de 2022.

Figura 11 - Coleta de informações pelo Telescópio *Hubble*.



Fonte: STScI.<sup>39</sup>

Na Figura 11 (acima), é possível identificar como funciona seu sistema de coleta de dados. Como é descrito, *Hubble* é um telescópio refletor *Cassegrain*<sup>40</sup>. A luz dos objetos celestes que viaja por um tubo, é coletada por um espelho primário inclinado interiormente e refletida em direção a um espelho secundário menor, em forma de cúpula, externamente curvado. O espelho secundário reflete a luz de volta para o espelho primário através de um buraco em seu centro. A luz é focada em uma pequena área chamada plano focal, onde é captada por seus vários instrumentos científicos.

Finalmente parte-se para a apresentação de como as imagens são formadas a partir da coleta de dados realizada pelos diferentes componentes do telescópio espacial.

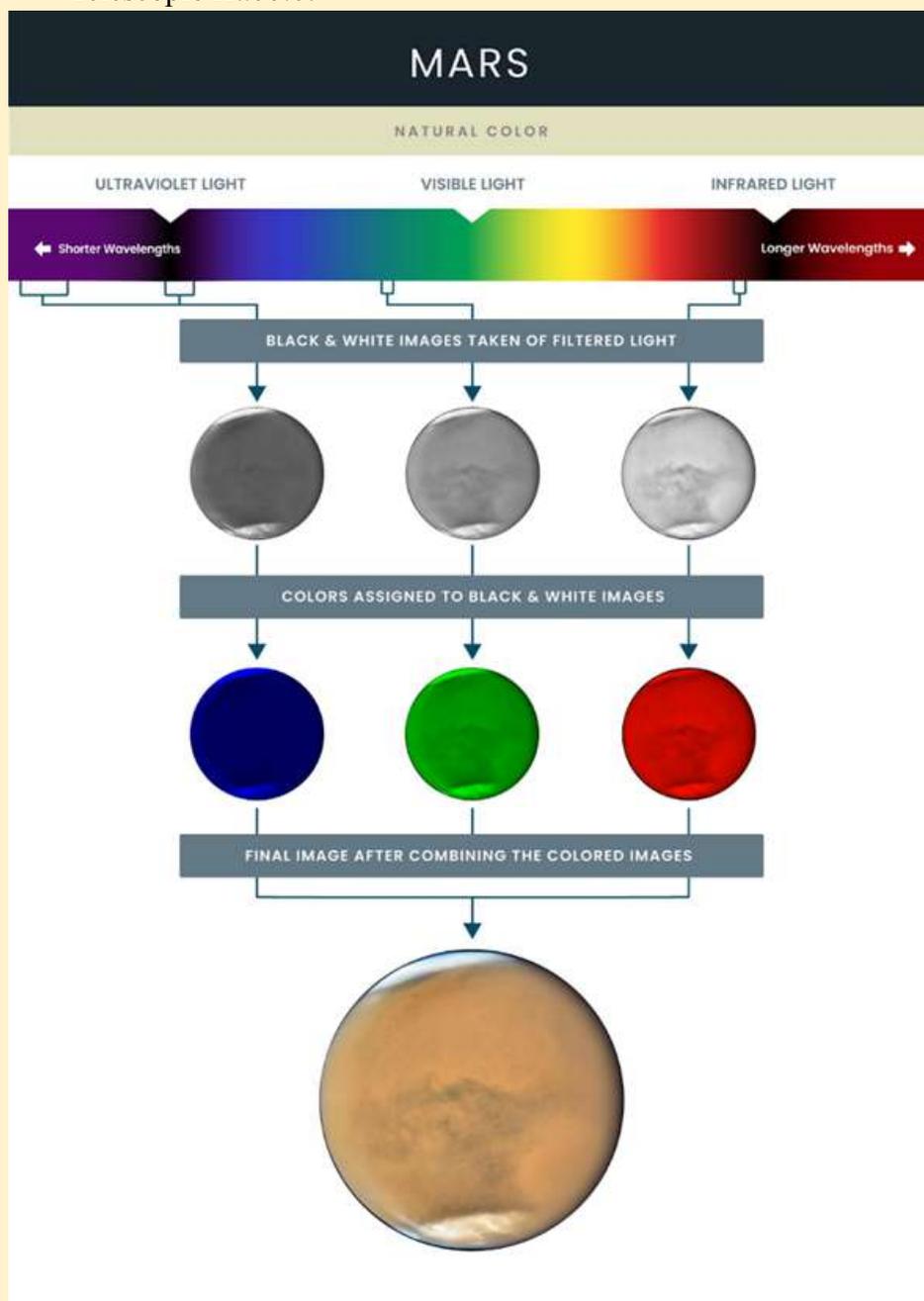
Esta imagem de Marte foi construída a partir de três diferentes imagens em preto e branco que registram a luz vermelha, a luz verde e a luz azul refletidas do planeta. Esses filtros e as cores atribuídas a eles foram escolhidos para se correlacionarem com as cores reais de Marte. Não surpreendentemente, a imagem em preto e branco mais brilhante do planeta vermelho é aquela gerada através de um filtro vermelho, porque Marte tem uma forte coloração vermelha na luz visível. No entanto, observe que a calota de gelo do norte nessas imagens em preto e branco é igualmente brilhante em luz vermelha, verde e azul porque sua cor real é branca. Quando a luz vermelha, verde e azul se combinam em igual medida, elas produzem luz branca, um prisma reverso ou efeito arco-íris. (STScI, 2019, tradução nossa).

<sup>39</sup> STScI. **About The Hubble Space Telescope**. Space Telescope Science Institute. Disponível em: <<https://hubblesite.org/mission-and-telescope/the-telescope>>. Acesso em: julho de 2022.

<sup>40</sup> Uma configuração específica de telescópios refletores.

A Figura 12 (abaixo) ilustra o processo descrito acima.

Figura 12 - Processo de reprodução da imagem de Marte a partir dos dados coletados pelo Telescópio *Hubble*.

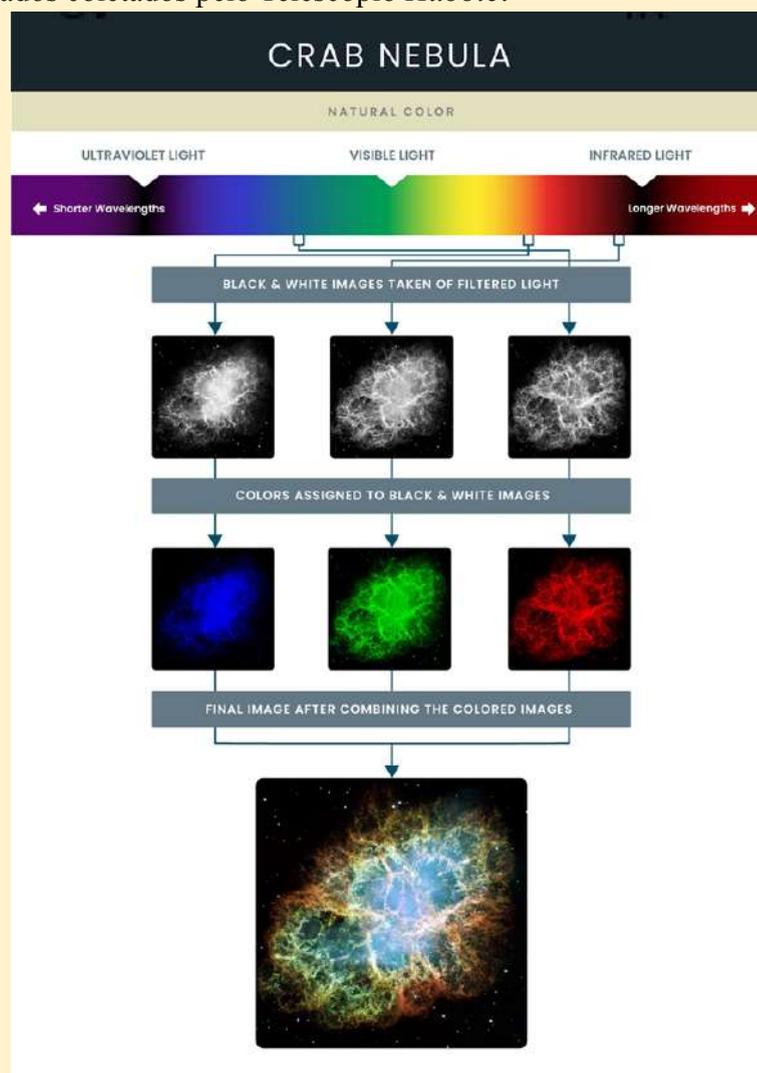


Fonte: STSci (2019).<sup>41</sup>

<sup>41</sup> HubbleSite. **The Meaning of Light and Color** - Using Color as a Tool to Convey Information. Space Telescope Science Institute. Disponível em: <<https://hubblesite.org/contents/articles/the-meaning-of-light-and-color>>. Acesso em: julho de 2022.

Da mesma forma ocorre o processo para formação da imagem da Nebulosa do Caranguejo, representada na Figura 13. Esta se encontra a mais de 6.500 anos luz da Terra.

Figura 13 - Processo de reprodução da imagem da Nebulosa do Caranguejo a partir dos dados coletados pelo Telescópio *Hubble*.



Fonte: STScI (2019).<sup>42</sup>

Por fim, apresenta-se como uma possível problematização para a discussão acima, a observação que os equipamentos utilizados e os diferentes comprimentos de onda utilizados na identificação das imagens para diferentes distâncias, reiterando sobre a importância em se

<sup>42</sup> STScI. **The Meaning of Light and Color** - Using Color as a Tool to Convey Information. Space Telescope Science Institute. Disponível em: <<https://hubblesite.org/contents/articles/the-meaning-of-light-and-color>>. Acesso em: julho de 2022.

utilizar telescópios espaciais operando fora dos efeitos da atmosfera terrestre para aquisição de imagens e uma compreensão ainda melhor sobre nosso Universo.

#### 4.2 A exploração espacial e sua importância em nossas vidas

A proposta apresentada busca trabalhar concepções de NdC, em particular considerando o aspecto de que a ciência é influenciada pelo contexto social, cultural e político, por meio da história da Astronáutica desde sua primeira manifestação até sua presença em nosso dia a dia. Além disso, estão presentes questões problematizadoras de forma a instigar a investigação e análise crítica para solução de um problema que envolve questões de CTSA.

Dentre os Três Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, segundo Sasseron e Carvalho (2011), identificam-se a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e o eixo que compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Ainda, de acordo com a tipologia dos conteúdos de Zabala (1998), a aprendizagem de conceitos e princípios se faz presente na compreensão do desenvolvimento da Astronáutica, sua presença e consequências em nossas vidas; a aprendizagem procedimental presente na análise crítica de notícias, problematizações e proposição de soluções; e a aprendizagem atitudinal, compreendida na manifestação de valores quanto à participação em questões de CTSA. O Quadro 2 apresenta como os objetivos da proposta foram estruturados.

Quadro 2 – Objetivos da segunda proposta.

| <b>Objetos de estudo</b> | <b>Objetivos específicos</b>  |
|--------------------------|---|
| Natureza da Ciência      | Entender o desenvolvimento da Astronáutica e reconhecê-la como área da Astronomia                           |
|                          | Compreender a Corrida Espacial como importante acontecimento histórico e suas consequências em nossas vidas |
|                          | Compreender os riscos e benefícios da ciência   |
| CTSA                     | Analisar criticamente notícias e informações relacionadas à CTSA  |

|  |   |
|--|---|
|  | Desenvolver soluções para problemas relacionados à CTSA |
|--|---|

Fonte: Do autor (2022).

Inicialmente, parte-se da apresentação de duas notícias relacionadas a cortes de verba para o desenvolvimento de pesquisas no Brasil. Estas se encontram na Figura 14 e Figura 15 abaixo.

Figura 14 – Notícia relacionada à corte de verbas destinadas à ciência.

The image shows a screenshot of a news article from the website 'FOLHA DE S. PAULO'. The article title is 'Governo Bolsonaro deve cortar quase R\$ 3 bi da ciência, alertam entidades'. Below the title, it says 'Só do fundo nacional para fomento à ciência podem ser bloqueados R\$ 2,5 bilhões'. The author is 'Phillippe Watanabe'. The date is '27 mai 2022 às 18h25' and it was updated at '27 mai 2022 às 18h32'. There are social media sharing icons for Facebook, WhatsApp, Twitter, Email, Print, and Telegram. A banner at the top of the article area says 'Oferta Especial: R\$ 1,90 no 1º mês'.

Fonte: Folha de São Paulo (2022).<sup>43</sup>

Figura 15 - Notícia relacionada aos danos dos cortes de verbas destinadas à ciência.

The image shows a screenshot of a news article from 'Jornal da USP'. The article title is 'Novos cortes desenham “quadro sombrio” para a ciência brasileira'. The subtitle is 'Bloqueios bilionários nos orçamentos do MCTI e MEC causarão danos irreversíveis à educação e ao desenvolvimento do País, alertam especialistas'. The author is 'Autor: Herton Escobar' and the artist is 'Arte: Guilherme Castro'. The date is '22/06/2022 - Publicado há 2 meses'. The main text starts with 'A esperança de que este ano seria um pouco menos traumático para a ciência brasileira não demorou a ser rechaçada pelo governo federal. Mais da metade dos recursos que estavam previstos no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) para serem investidos em pesquisa neste ano foram recentemente “bloqueados” pela equipe econômica do governo, sob a justificativa de evitar um estouro do teto de gastos do orçamento federal. De um total de R\$ 4,5 bilhões de recursos não reembolsáveis disponíveis no orçamento do fundo, apenas R\$ 2 bilhões poderão ser efetivamente empenhados – uma redução de 55% na principal fonte de recursos para a ciência no País atualmente. As universidades federais, que são as principais instituições de pesquisa do País, também foram duramente penalizadas, com um “bloqueio” de R\$ 1,6 bilhão no orçamento do Ministério da Educação.'

Fonte: Jornal da USP (2022).<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Disponível em:

<<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2022/05/entidades-alertam-para-possivel-corte-bilionario-em-ciencia-no-brasil.shtml>>. Acesso em: 12 de agosto de 2022.

<sup>44</sup> Disponível em:

A partir da notícia é apresentada uma problematização sobre o posicionamento dos estudantes quanto ao corte bilionário de verbas destinadas à ciência no país. A fim de tratar a importância destes recursos e possibilidades de investi-los, será apresentado um texto referente à história do desenvolvimento da Astronáutica e algumas de suas contribuições presentes em nossas vidas. À medida com que o texto vem sendo trabalhado, algumas questões são levantadas trabalhando a criticidade dos estudantes.

**TEXTO - Astronáutica: a exploração espacial e sua importância em nossas vidas  
(NOGUEIRA, 2009)**

**Parte 1 - O início**

O surgimento da exploração espacial se deu no contexto da Segunda Grande Guerra. Anterior a este marcante acontecimento histórico, dois grandes cientistas já trabalhavam com a ideia de se conquistar novos horizontes. Tsiolkovsky<sup>45</sup> no início do século XX já desenvolvia vários trabalhos sobre modelos de foguetes, a utilização de hidrogênio e oxigênio como combustível, o uso de giroscópios para o controle de altitude, o cálculo da velocidade necessária para se vencer a atração gravitacional da Terra (aproximadamente 8 Km/s), entre outros. Nos EUA, Goddard<sup>46</sup> também desenvolvia, na mesma época, trabalhos na área. Ele realizou pesquisas sobre combustíveis sólidos e líquidos, assim como vários lançamentos de foguetes, deixando patenteadas algumas de suas invenções.

Ao final da Segunda Guerra Mundial, cientistas alemães foram tomados pelas forças dos EUA e da URSS como prisioneiros de guerra. Um desses cientistas, von Braun<sup>47</sup> teve participação crucial na área da astronáutica. Mesmo antes de servir o exército alemão na guerra, ele já realizava experimentos com propulsão líquida. Já servindo o exército nazista, ele participou do projeto de desenvolvimento dos foguetes V-2 alemães. Após a guerra, foi levado aos EUA onde, utilizando os conhecimentos deixados por Goddard, participou de importantes projetos espaciais norte-americanos. Pelo lado da URSS, Korolev<sup>48</sup> foi o

---

<<https://jornal.usp.br/universidade/novos-cortes-desenham-quadro-sombrio-para-a-ciencia-brasileira/>>  
. Acesso em: 12 de agosto de 2022.

<sup>45</sup> Konstantin Eduardovitch Tsiolkovsky, cientista russo.

<sup>46</sup> Robert Hutchings Goddard, físico experimental estadunidense.

<sup>47</sup> Wernher Magnus Maximilian von Braun, engenheiro alemão.

<sup>48</sup> Sergei Pavlovich Korolev, engenheiro de foguetes e aeronaves soviético.

responsável pelos avanços espaciais soviéticos, utilizando os trabalhos de Tsiolkovsky. Ele utilizaria o modelo do V-2 alemão para a construção de mísseis de longo alcance. Deu-se assim, o início da Corrida Espacial impulsionada pelo período histórico que hoje conhecemos como Guerra Fria.

Após esta primeira leitura, considera-se importante que os estudantes compreendam como se deu o desenvolvimento da Corrida Espacial e seu contexto. Dessa forma, busca-se trabalhar com questões problematizadoras como:

**Com base no texto, identifique o período em que ocorreu o desenvolvimento da Corrida Espacial. Qual era a situação dos países citados na época? Você concorda que a ciência deva estar a serviço do governo mesmo em situações de guerra?**

A partir das respostas dos estudantes, além das questões específicas do desenvolvimento bélico durante a segunda guerra mundial, pode-se abrir uma discussão a respeito da função da ciência durante a Guerra Fria, associando a Corrida Espacial com o domínio científico de uma nação em relação à outra, para que os alunos possam pensar na ciência para além da Corrida Espacial, há a possibilidade de aprofundamento e associação a situações mais recentes, como a pandemia de COVID-19, buscando entender a percepção dos estudantes quanto aos limites e a credibilidade da Ciência em eventos reais e também discutir a soberania científica de uma nação sobre a outra, quando estamos falando de uma caso tão vital como a saúde.

Adiante, a segunda parte do texto busca apresentar as primeiras conquistas espaciais até o “alcance” da Lua.

## **Parte 2 - A exploração espacial (NOGUEIRA, 2009)**

Com o objetivo de se tornar a maior potência mundial, EUA e URSS travaram uma disputa tecnológica que traria avanços inimagináveis para a ciência. Após a criação de vários projetos visando o poderio bélico, desenvolveu-se a exploração espacial. Os russos foram os pioneiros, lançando em 4 de outubro de 1957 o Sputnik 1, o primeiro satélite artificial da Terra. E não tardariam até o segundo lançamento bem sucedido ocorrer um mês

depois, em 3 de novembro. Nesta ocasião, o Sputnik 2 levava à bordo a cadela Laika.

Os EUA, numa tentativa desesperada de resposta aos sucessos soviéticos, lançariam o foguete Vanguard em 6 de dezembro de 1957 - uma tentativa desastrosa. Os americanos se recuperaram do vexame lançando em órbita o Explorer 1 em 31 de janeiro de 1958. Contudo, em 12 de abril de 1961, o cosmonauta soviético Iuri Gagarin à bordo do Vostok 1 se tornaria o primeiro ser humano a viajar pelo espaço. Em órbita ele proferiu a famosa frase “A Terra é azul!”.

A partir daí, as missões espaciais foram concentradas ao alcance da Lua. O satélite natural da Terra foi alvo dos projetos norte americanos Mercury, Gemini e Apollo entre 1961 e 1969. O projeto Mercury consistiu numa série de lançamentos realizados. Em uma dessas missões, em fevereiro de 1962, o astronauta John Glenn se tornaria o primeiro astronauta americano em órbita. Pelo lado soviético, em 18 de março de 1965, o cosmonauta Alexei Leonov deixava a nave Voskhod 2 e realizava a primeira missão extraveicular. As missões Gemini tiveram como destaque a primeira atividade extraveicular americana com o astronauta Edward White deixando a cápsula em junho de 1965 e o acoplamento entre duas espaçonaves em dezembro do mesmo ano.

A disputa entre americanos e soviéticos se acirrava mais a cada lançamento. Assim, eram necessárias tecnologias cada vez mais avançadas para se alcançar o domínio espacial. Nos EUA, von Braun fazia parte da construção do maior e mais possante foguete - até fevereiro de 2018, data de inauguração do Falcon Heavy da empresa americana SpaceX-, o Saturno V. Ele pesava cerca de três toneladas, medindo mais de cem metros e podendo chegar a 40000 Km/h. A URSS, enfrentava um declínio em suas atividades devido a morte de Korolev em 1966. As missões circun lunares e de alunissagem russas foram canceladas em 1976 pelos recorrentes fracassos em seus lançamentos.

O programa Apollo foi provavelmente o maior sucesso norte americano. Seu principal objetivo era enviar o homem à Lua. Após vários lançamentos, incluindo o primeiro voo do Saturno V em novembro de 1967 (Apollo 4), este objetivo se concluiria com o lançamento da Apollo 11 em 16 de julho de 1969. Uma viagem de 384 mil quilômetros, que em quatro dias alcançaria seu destino e consagrava o astronauta Neil Armstrong como o primeiro ser humano a pisar na Lua. A primeira missão robótica russa bem sucedida ocorreu em setembro de 1970 onde ocorreu coleta de material lunar com a Luna 16, após a chegada da Apollo 12. A última missão do programa Apollo, a Apollo 17

foi responsável pelo primeiro cientista enviado a Lua, o geólogo americano Harrison Smith em 7 de dezembro de 1972. Após a Apollo 17, a lua deixou de ser o foco principal e as missões chegaram ao fim devido a seu alto custo. Somente o programa Apollo custou mais de 25 bilhões de dólares (na época!) aos cofres norte-americanos (cerca de 100 bilhões de dólares atualmente).

Os americanos partiram para a construção de ônibus espaciais e os soviéticos lançaram a estação espacial Mir (paz em russo). Ela orbitou de 1986 a 2001. O fim da corrida espacial se aproximava e em julho de 1975 as naves Soyuz (russa) e Apollo (americana) se acoplaram no espaço. Com o desmembramento da URSS em 1991 e a construção da Estação Espacial Internacional em 1998, chegava ao fim a corrida espacial.

Além dos programas desenvolvidos com o objetivo de se alcançar a Lua, também foram realizadas missões que buscavam o reconhecimento dos planetas. Na revista *Beyond Earth: A Chronicle of Deep Space Exploration*<sup>49</sup> publicada e disponível no site da NASA, é possível encontrar todas as missões espaciais realizadas desde o início da corrida espacial até o ano de 2016, data de sua publicação. Com as missões foi possível obter informações mais profundas sobre os demais astros do nosso sistema solar. E ainda hoje são realizadas missões de exploração, contudo muitas vezes é questionado sobre os altos custos das missões espaciais.

No texto encontram-se presentes alguns acontecimentos notáveis. Algumas questões podem ser abordadas, como o lançamento de animais para verificar a segurança das missões sem comprometer a vida de algum ser humano. Ainda, podem ser problematizadas quando ocorreram as primeiras missões espaciais com participação de astronautas ou cosmonautas mulheres e negros(as).

Outra possibilidade é a apresentação do filme “Apollo 13 - Do Desastre ao Triunfo”, de forma a ilustrar como se desenvolveu uma das missões na época. Caso seja realizado, recomenda-se que os estudantes sejam questionados sobre a apresentação das situações no filme norte americano buscando compreender suas percepções sobre romantismo e nacionalismo.

Para a continuidade da proposta, a leitura da terceira e da quarta parte do texto serão

---

<sup>49</sup> SIDDIQI, A. A.. **Beyond Earth: A Chronicle of Deep Space Exploration**, 1958-2016. United States. NASA, 2018. Disponível em: <[https://www.nasa.gov/connect/ebooks/beyond\\_earth\\_detail.html](https://www.nasa.gov/connect/ebooks/beyond_earth_detail.html)>.

objetos de investigação da seguinte situação problema:

**O governo brasileiro decide criar um programa espacial com investimento bilionário, preocupando parte da população. Suas inquietações se fazem presentes devido à falta de esclarecimentos sobre os objetivos do programa espacial em questão, além de o país passar por uma grave crise econômica. Eles questionam: “Por que não investir em programas sociais de auxílio ao invés de buscar aventuras no espaço?”.**

Esta situação hipotética será utilizada para compreender as visões iniciais dos estudantes sobre como o governo deve concentrar seus investimentos. É claro que aspectos sociais devem ser priorizados, certo!<sup>50</sup>, ainda mais que resultados de pesquisas (principalmente espaciais) não trazem retorno imediato além de demandar custos “astronômicos”. É exatamente o que a terceira parte do texto pretende apresentar:

### **Parte 3 - Os benefícios da exploração espacial<sup>51</sup>**

A exploração espacial foi importante não só em expandir nosso conhecimento sobre nossa vizinhança espacial. As tecnologias utilizadas para alcançarmos esses conhecimentos se fazem presentes em nosso dia a dia sem nem que notemos.

A *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) possui uma série de revistas disponíveis em seu site onde é possível encontrar as diversas tecnologias utilizadas aqui na Terra que surgiram com a exploração espacial. Suas aplicações são desde benefícios diretos na vida dos cidadãos como também benefícios ambientais e econômicos.

No campo da medicina, biorreatores foram desenvolvidos com tecnologia similar às condições de microgravidade com o propósito de culturas celulares importantes no desenvolvimento de medicamentos de combate ao câncer e diabetes.

<sup>50</sup> Compreende-se que uma estrutura de governar é bem mais complexa do que escolher entre um e outro setor da sociedade para direcionar investimentos, sendo esta uma abordagem rasa. Entretanto a provocação é colocada justamente por perceber as atitudes de alguns governantes como tão ingênuas quanto.

<sup>51</sup> Texto elaborado considerando como fontes: as revistas *Spinoff Brochures* da NASA (2011-2018), disponíveis em: <<https://spinoff.nasa.gov/spinoff/brochures>> e *Our Future in the Space Age* da ESA, disponível em: <[https://www.esa.int/About\\_Us/ESA\\_Publications/ESA\\_Publications\\_Brochures/ESA\\_BR-324\\_Our\\_Future\\_in\\_the\\_Space\\_Age](https://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/ESA_Publications_Brochures/ESA_BR-324_Our_Future_in_the_Space_Age)>; e o site do INPE, disponível em: <<https://www.gov.br/inpe/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas>>.

Na Europa já são aplicados vários procedimentos. Dentre eles, um sistemas de monitoramento em três dimensões da Grande Barreira de Corais feito de uma tecnologia similar a utilizada por satélites. Uma companhia alemã desenvolveu o programa com os intuitos de proteger a vida marinha e trazer navegações mais seguras na região. Outro destaque, idealizado pelo cirurgião francês Alain Carpentier com o apoio da companhia aeroespacial Airbus, foi o coração artificial. Ainda, a empresa italiana Flyby slr desenvolveu um sistema de sensoriamento de satélites que possibilita o monitoramento da incidência solar em placas solares para uma produção de energia mais eficiente.

No Brasil também são utilizadas tecnologias espaciais. Elas estão presentes nas comunicações, na coleta de dados ambientais, imagens de satélite, observação da Terra, meteorologia e navegação.

Nas comunicações as aplicações se abrangem para vários setores. Nas telecomunicações, satélites são utilizados para abranger o maior número de pessoas possível, mesmo nas áreas mais remotas. Na telessaúde, satélites são empregados com o intuito de agilizar tratamentos e diagnósticos. Na radiodifusão e na televisão, com serviço de programação de rádio e televisão com antenas parabólicas. Ainda, o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) possibilita uma comunicação civil e militar mais eficiente, além de impulsionar a indústria e a tecnologia espacial nacional.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE é responsável por “produzir ciência e tecnologia nas áreas espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil”<sup>52</sup>. Ele atua no processamento de dados dos satélites brasileiros juntamente com o apoio de diversas empresas e instituições para o monitoramento da área nacional. Suas contribuições vão desde observações astronômicas até a organização de dados sobre o meio ambiente (Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica), sendo efetivo no controle de queimadas e de observação de mudanças climáticas.

Após a apresentação da terceira parte do texto, a pergunta anterior deve ser refeita buscando perceber se a postura dos estudantes foi transformada ou se apresentam um posicionamento sólido. Esta etapa é entendida como fundamental e, apesar de não haver

---

<sup>52</sup> INPE. **Missão.** INPE; Institucional; Sobre o INPE; Missão. Disponível em: <[http://www.inpe.br/institucional/sobre\\_inpe/missao.php](http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/missao.php)>. Acesso em agosto de 2019.

posicionamento correto ou errado, é importante para perceber se estão sendo desenvolvidos os aspectos relacionados à criticidade. Vale destacar que uma potencial atividade a ser desenvolvida é o confronto das visões dos próprios estudantes - caso se façam presentes -, estabelecendo um debate a fim de perceber seus argumentos.

Por fim, a quarta parte do texto busca “colocar mais lenha na fogueira”. Agora, duas questões polêmicas sobre a exploração espacial serão levantadas e mais uma vez o posicionamento dos estudantes será requisitado. Vale destacar que algumas das informações apresentadas a seguir são considerações feitas por cientistas, outras por jornalistas e estudiosos sobre o tema e não necessariamente consistem em pesquisas, mas didaticamente, no nosso entendimento, representam fontes de leituras que estimulam ampliar o pensamento inicial dos estudantes sobre o tema e exercitem a reflexão, embasando os seus posicionamentos.

#### **Parte 4 - Questões polêmicas: lixo espacial e turismo espacial**

O investimento constante em missões espaciais com diferentes finalidades acabou por desenvolver um acúmulo de materiais ao redor da Terra. A Figura 16 (abaixo) traz a manchete de uma notícia que trata de uma preocupação crescente.

Figura 16 - Manchete de notícia sobre lixo espacial.

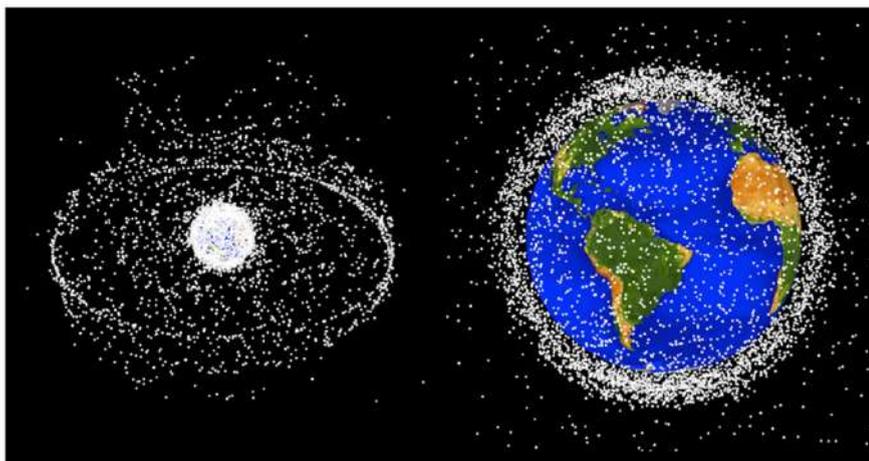
## Lixo espacial é problema crescente com soluções difíceis

*Roberto Costa avalia os riscos que esses fragmentos representam para o funcionamento de satélites e as alternativas para reduzir a poluição na órbita da Terra*

Atualidades / Jornal de USP no Ar / Rádio USP - <https://jornalusp.br/?p=51664>

11/05/2022 - Publicado há 3 meses

Por **Rodrigo Tammaro**



*Já são mais de 100 milhões de objetos que viajam ao redor do planeta sem rumo ou função – Foto: Flickr/Nasa*

Fonte: Tammaro (2022).

Fragments de foguetes e satélites, equipamentos inoperantes e até ferramentas perdidas por astronautas. Existem milhões de objetos como esses orbitando o planeta Terra neste exato momento. Esse material sem utilidade é chamado de lixo espacial.

O lixo espacial não existia até o início dos anos 1960, quando os satélites artificiais começaram a ser lançados. Desde então, a quantidade de detritos em órbita aumentou de maneira significativa. Segundo estimativas da Nasa, já são mais de 100 milhões de objetos que viajam ao redor do planeta sem rumo ou função. Esse material é especialmente preocupante, pois pode colidir e prejudicar os satélites em operação. (TAMMARO, 2022).

As imagens abaixo (Figura 17 e Figura 18) trazem a continuação da notícia sobre o lixo espacial.

Figura 17 - Parte inicial da notícia sobre lixo espacial.

## Risco crescente

De acordo com Roberto Costa, professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP, a situação ainda não é catastrófica, “mas o risco está aumentando com o tempo”. Apesar de a grande maioria desses objetos serem milimétricos, eles viajam em velocidades que podem passar dos 20 mil km/h. “Se eventualmente um fragmento desses colide com um satélite, ele pode causar danos operacionais”, afirma o professor.

Esses objetos podem permanecer em órbita por décadas. É o caso do Vanguard 1, que viaja ao redor da Terra desde 1958. Ao longo do tempo e das interações entre os fragmentos e o campo gravitacional, os detritos se aproximam do planeta até entrarem de volta na atmosfera.

Como a maioria desses objetos é muito pequena, ao entrarem na atmosfera eles queimam e se desintegram, por isso as chances de atingirem o solo são raras. Ainda assim, Costa conta que eventos como esse podem acontecer. Ele lembra de um caso em que pedaços de um foguete passaram pelo norte do Pará. Recentemente também houve um fragmento de foguete que caiu no Oceano Índico.

O professor destaca que o lixo espacial e seus possíveis impactos são especialmente relevantes se considerarmos a importância dos satélites no nosso cotidiano. Esses equipamentos são essenciais para áreas como as comunicações, sensoriamento remoto, meteorologia e militar. Na área de sensoriamento remoto, por exemplo, o Brasil possui satélites de sensoriamento remoto de grande importância para o monitoramento da floresta amazônica, de queimadas e previsões relacionadas às safras agrícolas.



Roberto Costa – Foto: Currículo Lattes

Fonte: Tammaro (2022).

Figura 18 - Parte complementar da notícia sobre lixo espacial.

“A nossa vida é muito vinculada com eles. Um problema catastrófico em um satélite pode gerar um prejuízo muito grande para um segmento econômico, regional ou social”, afirma Costa. A própria construção e o lançamento dos satélites envolvem muitos investimentos econômicos e científicos. “Seria uma perda lamentável se tudo isso fosse perdido por causa de uma colisão com um pedaço de alumínio de um foguete que está lá rodando há 20 ou 30 anos.”

### Soluções difíceis, redução necessária

“Não vai resolver, não tem como, mas é um problema que precisa ser minimizado.” É assim que o professor Costa avalia as iniciativas para reduzir o volume de lixo espacial. Existem tecnologias em desenvolvimento que buscam coletar esse material. Segundo Costa, isso pode ser útil para remover os fragmentos maiores, mas os pedaços pequenos seriam mais difíceis de serem coletados.

Como a perspectiva de remoção é muito difícil, “daqui para frente a ideia é sempre minimizar o problema”. Nesse sentido, uma alternativa são os foguetes lançadores, que não entram em órbita. No caso convencional, depois que o satélite é lançado, o foguete perde o controle e entra em órbita. A ideia seria utilizar foguetes capazes de lançar os satélites sem entrar em órbita. Assim, eles cairiam em locais programados e não acrescentariam mais lixo ao espaço.

Satélites com desórbita programada também são um caminho. “Sempre tem um satélite que foi lançado, deu tudo certo, mas sua vida útil acabou. O que fazer com ele? Uma possibilidade é incluir a capacidade de desorbitagem, um foguetinho capaz de acelerar ele para baixo de maneira que ele volte a cair na terra.”

“Não importa a sua atividade profissional e onde você mora, a atividade cotidiana de todo mundo é muito ligada a resultados que vêm dos satélites artificiais. Cada vez mais a gente depende deles. É importante ter isso em mente porque cada vez mais a gente vai ter que aprender a evitar que o lixo espacial cause problemas para nós”, conclui Costa.

Fonte: Tammaro (2022).<sup>[10]</sup>

Outra preocupação que intriga e até apresenta diferentes visões entre cientistas é a questão do turismo espacial. Recentemente, empresas têm oferecido viagens ao espaço com finalidades turísticas. O turismo, dentro do aspecto de lazer, é valorizado como importante e um direito do ser humano. Entretanto, os lançamentos de foguetes emitem poluentes que são prejudiciais à vida na Terra sob diferentes perspectivas.

A Figura 19<sup>53</sup>, uma reportagem da plataforma *FutureLearn* (2022, tradução nossa) apresenta uma visão geral sobre o turismo espacial e pontos positivos e negativos em seu desenvolvimento.

<sup>53</sup> **FutureLearn**. Is space tourism good for the planet?. 12/01/2022. Disponível em: <<https://www.futurelearn.com/info/blog/is-space-tourism-good-for-the-planet>>. Acesso em: junho de 2022.

Figura 19 - Manchete de reportagem sobre turismo espacial.

## Is space tourism good for the planet?

We explore the growing world of commercial space travel and consider whether the benefits outweigh the drawbacks of making space a tourist destination.



Legenda: Reportagem da plataforma *FutureLearn* que apresenta uma problemática sobre o turismo espacial. A manchete, em tradução realizada pelos autores: “O turismo espacial é bom para o planeta? Exploramos o crescimento mundial das viagens espaciais comerciais e consideramos se os benefícios superam as desvantagens de tornar o espaço um destino turístico”.

Fonte: *FutureLearn* (2022).

Embora o turismo espacial não seja novo, a corrida para o progresso das viagens espaciais comerciais avançou muito no ano passado (2021). Com a NASA – que já foi o centro da indústria espacial – trabalhando para trazer o voo espacial comercial para o reino das possibilidades, as portas se abriram para indivíduos ricos tentarem viajar no espaço.

O turismo espacial não é isento de críticas, apesar de ser uma ideia empolgante na teoria. Hoje, vamos explorar as vantagens e desvantagens do turismo espacial, levantar questões sobre a corrida espacial bilionária e pensar se o turismo espacial é o começo de um novo futuro ou uma catástrofe ambiental.

### O que é turismo espacial?

Você pode estar se perguntando, o que exatamente é o turismo espacial, em oposição às viagens espaciais regulares? A principal diferença é que o turismo espacial é uma viagem espacial humana para fins recreativos ou de lazer. Assim, o propósito fundamental é

o prazer humano, como todo turismo. Podemos dividir o turismo espacial em turismo espacial orbital, suborbital e lunar.

Enquanto o turismo espacial orbital envolve velocidades extremamente altas (aproximadamente 28.000 Km/h), pois permite que um foguete orbite ao redor da Terra, os voos suborbitais são muito mais lentos (embora ainda próximo à 6.000 Km/h) e tendem a voar diretamente para o espaço e depois voltar. Os voos suborbitais são o que as empresas de turismo espacial estão oferecendo com mais frequência. O turismo espacial lunar envolve viagens à Lua.

Embora existam algumas definições mais amplas de turismo espacial, como assistir a lançamentos de foguetes ou observar estrelas, vamos nos concentrar nas viagens espaciais comerciais neste artigo, pois são as consequências mais abrangentes.

### **Vantagens do turismo espacial**

No momento, o maior atrativo para os passageiros do espaço comercial é a experiência inspiradora, uma nova perspectiva da Terra e a visão mais bonita que os humanos já viram. A maioria das pessoas cresce acreditando que nunca irá para o espaço, e o fato de que ir pode se tornar uma realidade para alguns é uma grande conquista.

A experiência de observar a Terra do espaço tem um nome: o Efeito Visão Geral. Essencialmente, esta é uma mudança cognitiva de consciência, onde os astronautas experimentam um novo senso de obrigação e responsabilidade de proteger o planeta Terra. Se isso realmente significar que todos que visitam o espaço vão querer proteger o planeta, então talvez o turismo espacial possa ser benéfico para a compaixão humana.

Outra grande vantagem das viagens espaciais para os passageiros é a experiência da microgravidade, onde eles poderão se sentir sem peso na espaçonave por alguns minutos. Isso pode não mudar sua perspectiva na Terra, mas certamente dará uma sensação de euforia.

Existem alguns benefícios científicos do turismo espacial, embora os voos mais recentes talvez não tenham sido longos o suficiente para oferecer muitas informações. Quando, no futuro, fizermos voos espaciais mais longos, teremos a oportunidade de estudar mudanças fisiológicas de longo prazo em humanos como resultado de estar no espaço.

Há também a possibilidade de realizar experimentos em pequena escala nesses voos turísticos. Por exemplo, no recente voo da Virgin Galactic, plantas foram levadas a bordo

para ver como reagiriam à microgravidade.

No entanto, a verdade é que o turismo espacial tem um objetivo diferente de outros tipos de viagens espaciais. Não há dúvida de que importantes pesquisas científicas poderiam ser realizadas por cientistas e astronautas na Estação Espacial Internacional, na Lua ou mesmo em outro planeta – mas será que novas fronteiras científicas serão realmente alcançadas com o turismo?

### **Desvantagens do turismo espacial**

Claro, nem tudo são notícias empolgantes. Existem algumas desvantagens bastante grandes do turismo espacial que vamos analisar com mais detalhes. Pode ser fácil ignorar os aspectos negativos quando falamos de algo tão pioneiro e único quanto às viagens espaciais, mas é essencial que tenhamos uma conversa completa sobre isso.

Inicialmente são discutidos os altos custos para passageiros de naves espaciais e sua inacessibilidade. No momento, as passagens custam entre 200 mil e 250 mil dólares<sup>54</sup> para voos da *Virgin Galactic*<sup>55</sup> e, embora os preços das passagens não tenham sido divulgados pela *Blue Origin*<sup>56</sup> ou *Space X*<sup>57</sup>, temos algumas indicações.

A *Blue Origin* vendeu um assento em seu voo espacial por 28 milhões de dólares<sup>58</sup> como parte de um leilão beneficente, demonstrando que os super-ricos têm acesso exclusivo à oportunidade de serem pioneiros. Em relação ao *Space X*, uma missão no início de 2022 com a *Axiom*<sup>59</sup> verá uma tripulação de quatro pessoas ir para a *ISS* e permanecer por oito dias realizando vinte e cinco experimentos científicos. O custo? Cerca de 55 milhões de dólares<sup>60</sup> por bilhete. Embora estejam realizando pesquisas, três dos passageiros são investidores, enquanto apenas um é um ex-astronauta da NASA.

Obviamente, esse tipo de dinheiro é extremamente difícil de obter e demonstra o quão impactante é a desigualdade de riqueza. Oferecer a pessoas extremamente ricas acesso exclusivo a algo inovador parece recompensar as pessoas com a maior honra por serem

<sup>54</sup> Convertendo com base em valores atuais (17 de agosto de 2022), mais de 1 milhão de reais.

<sup>55</sup> Empresa norte-americana de voos espaciais.

<sup>56</sup> Empresa norte-americana de serviços de voo espacial suborbital e fabricante aeroespacial com financiamento privado.

<sup>57</sup> Fabricante norte-americana de naves espaciais, fornecedora de lançamentos espaciais e uma corporação de comunicações por satélite.

<sup>58</sup> Convertendo com base em valores atuais (17 de agosto de 2022), cerca de 146 milhões de reais.

<sup>59</sup> Desenvolvedora norte-americana de infraestrutura espacial com financiamento privado.

<sup>60</sup> Convertendo com base em valores atuais (17 de agosto de 2022), mais de 286 milhões de reais.

ricas.

Além do mais, nomes e rostos nos livros de história não serão de cientistas, professores e especialistas que dedicaram sua vida e alma para entender o cosmos, mas sim de bilionários que pagaram sua entrada.

Não podemos nos surpreender com isso quando consideramos que empresários bilionários assumiram agências espaciais, como a NASA, na tentativa de viagens espaciais comerciais regulares.

Além de ser injusto que os ricos tenham acesso às viagens espaciais acima de todos os outros, existem outros problemas com o custo do turismo espacial. Tantas justificativas para o turismo espacial falam sobre o futuro da humanidade e a proteção do planeta – mas por que então esses bilionários não podem investir parte de seus dólares para resolver a crise climática, a fome mundial e a desigualdade geral?

Para muitos, parece que os proprietários bilionários de empresas espaciais estão mais interessados em “ganhar” a corrida espacial e ganhar o monopólio do espaço do que em proteger o planeta em que vivemos atualmente.

Nas palavras do ex-chefe global da Campanha de Desigualdade da *Oxfam International*<sup>61</sup>, Deepak Xavier (2021, tradução nossa): “atingimos agora a desigualdade estratosférica. Bilionários explorando o espaço, longe de um mundo de pandemia, mudanças climáticas e fome... Isso é tolice humana, não conquista humana.”.

Além desta questão, como você pode imaginar, existem algumas preocupações de segurança quando se trata de viagens espaciais e turismo. A indústria sofre falhas catastróficas de tempos em tempos, incluindo um teste de voo da *Virgin Galactic* que resultou na morte do copiloto Mike Alsbury em 2014.

Existem várias partes muito perigosas de um voo espacial – as duas partes mais arriscadas são o lançamento do foguete e a reentrada na atmosfera da Terra na descida. Embora possam surgir dificuldades devido a máquinas defeituosas, também temos que considerar a possibilidade de erro humano e pura má sorte.

Além disso, há preocupações de segurança sobre estar no espaço por períodos prolongados de tempo, e isso precisa ser abordado ao discutir a possibilidade de cidadãos entrarem regularmente no espaço. A radiação espacial pode causar doenças terminais e

---

<sup>61</sup> Grupo de organizações não governamentais independentes focadas em maximizar a eficiência e obter maior impacto para reduzir a pobreza e a injustiça global.

mudanças comportamentais, o isolamento pode causar problemas de saúde mental e a gravidade pode causar fraqueza muscular e óssea – apenas para alguns exemplos.

Há também preocupações sobre o licenciamento de lançamentos e a proteção de outros veículos voadores no céu. A regulamentação espacial ainda não é grande coisa, mas é importante garantir que os foguetes não atinjam aviões, drones ou helicópteros, causando baixas ou danos desastrosos.

Finalmente, é hora de discutir o enorme custo ambiental do turismo espacial. Esta é uma das maiores preocupações que as pessoas têm sobre a perspectiva de viagens espaciais comerciais regulares, e com razão. Abaixo, discutimos algumas das maiores preocupações ambientais.

Eloise Marais, professora de geografia física da *University College London*, sugere que a pegada de carbono<sup>62</sup> de voar para o espaço em um foguete é cerca de cem vezes maior do que fazer um voo de longa distância. Isso ocorre em parte porque as naves espaciais só podem transportar uma quantidade muito pequena de pessoas.

Existem várias maneiras pelas quais o turismo espacial pode contribuir para a destruição da camada de ozônio. As emissões de  $CO_2$ <sup>63</sup> e a fuligem retêm o calor na atmosfera e os foguetes emitem até dez vezes mais óxidos de nitrogênio do que a maior usina termelétrica do Reino Unido. Os passageiros geralmente criam entre cinquenta e cem vezes mais emissões de  $CO_2$  do que um passageiro em um longo voo de avião. Uma camada de ozônio empobrecida basicamente significa que os gases de efeito estufa podem aquecer a Terra mais facilmente, e isso contribui com o aquecimento global.

Uma das maiores preocupações ambientais com o turismo espacial é a nuvem de fuligem que os foguetes deixam para trás. A fuligem pode se acumular na estratosfera, que fica entre oito e cinquenta quilômetros acima da Terra, onde não pode ser lavada pelo clima. Por causa disso, o carbono negro<sup>64</sup> pode permanecer na estratosfera por muitos anos, e os cientistas não entendem realmente quais podem ser os efeitos a longo prazo disso.

### **Considerações finais: vale a pena?**

---

<sup>62</sup> O termo “pegada de carbono” se refere à quantidade de gases do efeito estufa emitidos por atividades humanas.

<sup>63</sup> Dióxido de carbono.

<sup>64</sup> O termo “carbono negro” se refere à forma impura do carbono, resultante da combustão incompleta de combustíveis fósseis, madeira ou biomassa.

O que se pode concluir de tudo isso? O turismo espacial é um avanço científico necessário e emocionante, ou o setor de turismo menos sustentável que já existiu, favorecendo os ricos e deixando para trás os cidadãos comuns que precisam de ajuda na Terra?

Parece que os planos atuais que os proprietários de empresas espaciais bilionárias têm para o turismo espacial são talvez muito ambiciosos e se concentram nas coisas erradas. É verdade que a exploração e a pesquisa espacial podem trazer uma riqueza de novas ideias e recursos para a Terra e podem fornecer uma existência futura para os seres humanos. Mas voos espaciais regulares e curtos para as atividades recreativas dos ricos não parecem ser do melhor interesse da Terra.

Após as leituras e discussões realizadas nas quatro partes, consideramos relevante a retomada da questão inicial e destacar o quanto ela é complexa, visto que o tema deve considerar diversos aspectos: o conhecimento como capital científico de soberania de uma nação, ou de um povo, sobre o outro; os avanços no conhecimento do espaço, desde sua formação, suas constituição e seu futuro, os avanços tecnológicos e os benefícios que eles trazem para a humanidade e para o planeta; assim como os malefícios quando utilizados de forma inconsequente, e sem a presença da ética; o seu uso como soberania econômica, ampliando as diferenças socioeconômicas da humanidade e por fim o reconhecimento de prioridades e equilíbrio da gestão de uma nação, de uma sociedade que deve ser gerida e atendida em vários setores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho e seu desenvolvimento foram muito gratificantes. A princípio, a escolha do tema parecia óbvia dada a grande admiração pela área. Entretanto, por não possuir conhecimento aprofundado sobre a história e alguns conceitos que não são apresentados durante a Educação Básica e a própria graduação, foi necessária uma ampla pesquisa e um verdadeiro estudo sobre a Astronáutica. Já quanto a sua aplicação em propostas de aulas, inicialmente pôde-se perceber uma completa relação com as disciplinas cursadas durante a graduação: a presença de teorias de aprendizagem; diferentes metodologias e estratégias de ensino; análise crítica de artigos, teses e dissertações; a constante busca por apresentar conceitos científicos da forma mais clara (e honesta) possível.

A construção do texto, articulado entre reuniões periódicas com o orientador, permitiu o desenvolvimento de escrita acadêmica buscando trabalhar uma linguagem objetiva e sem dificuldades de compreensão para o autor. A grande dificuldade em sua elaboração foi conciliá-lo às atividades da graduação. Além disso, foi importante desenvolver a capacidade de compartilhar as ideias para a execução das propostas, deixando-as tomar conta do papel e serem objetos de críticas para sua melhor construção.

Ao Ensino de Física entende-se que houve uma contribuição através da disponibilização de um material que contemple uma das áreas da Astronomia, colaborando com a propagação do conhecimento e da importância em se estudar o tema. Ainda há muito a ser feito para com o Ensino de Astronomia no Brasil dada a existência de órgãos como o INPE e seus projetos, apresentando à população sua importância e presença em nosso cotidiano, mesmo que não se tenha uma percepção explícita sobre ela.

Paralelamente a este último aspecto, percebeu-se as potencialidades em se trabalhar com a Alfabetização Científica criando espaços para se trabalhar de forma investigativa. Sua contribuição vai além dos conhecimentos científicos em si, pois corrobora com a inserção de novos objetivos para uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Desenvolver o trabalho significou o sentimento de valorização da Educação e da Ciência e despertou a vontade de prosseguir com as propostas em um futuro trabalho de mestrado e/ou elaborando um livro didático, no qual a Astronáutica se faz presente como tema ao abordar conteúdos de Física. Ainda, foi instigada a possibilidade de estudo sobre sensoriamento remoto voltado à análise de dados de satélite em favor do combate ao desmatamento e às queimadas no Brasil, o que permitiria a articulação entre conhecimentos

físicos, astronáutica e questões ambientais. Enfim, a temática Astronáutica nos parece bastante interessante como caminho na formação de estudantes da educação básica, numa perspectiva de favorecermos a alfabetização científica.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. da S. **Material didático sobre dualidade onda-partícula**. Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Minas Gerais, 2018. 31 p. Disponível em: <[https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID699/v15\\_n1\\_a2020.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID699/v15_n1_a2020.pdf)>. Acesso em: agosto de 2022.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- \_\_\_\_\_. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC / SEF, 1998. 138 p.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. MEC / SEMTEC, 2000. 144 p.
- CARVALHO, T. F. G. de; RAMOS, J. E. F. **A BNCC e o ensino da Astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores**. Revista Currículo e Docência. p. 83-101. vol. 2, nº 2, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/CD/article/view/249561>>. Acesso em: junho de 2022.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação [online]. 2003, n. 22, p. 89-100. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/>>.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.
- DIAS, A. M. M. **Laboratórios de aprendizagem: novas estratégias de ensino para oficinas de Astronomia e Física**. UNIGRANRIO. Duque de Caxias, Rio de Janeiro. 2012. 75 p. Dissertação de Mestrado.
- FERREIRA, R. S. C. **Oficina de foguete: aspectos interdisciplinares entre Astronomia, Astronáutica e Física**. UEFS. Feira de Santana, 2016. 39 p. Dissertação de Mestrado.
- LAMEU, L. de P.; LANGHI, R. **O Sistema Solar no CD: um objeto de aprendizagem de Astronomia**. UNESP. Baurú, São Paulo. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 25, p. 71-93, 2018.
- LIMA, G. K. de; GHIRARDELLO, D.; MACHADO, D. S.; OLIVEIRA, R. F. de; LANGHI, R. **Investigações sobre Educação em Astronomia: estado do conhecimento da RELEA, SNEA, RBEF E CBEF**. #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 10, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4794>>. Acesso em: julho de 2022.
- NOGUEIRA, S. **Astronáutica: ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, José Bezerra Pessoa Filho, Petrônio Noronha de Souza**. - Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 348 p. --: il. - (Coleção Explorando o ensino; v12).
- PINHEIRO, R. B. **Astronáutica: uma ferramenta fascinante para ensinar Física no Ensino Médio**. UECE. Quixadá, Ceará. 2016. 97 p. Dissertação de Mestrado.

PINTO, H. H. de A. **Uma proposta de ensino de mecânica no Ensino Médio contextualizado com a Astronomia e a Astronáutica**. Rio de Janeiro/RJ, CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA, CEFET/RJ, 2012. 189p. Dissertação de Mestrado.

RIOS, E. M. de O. **Astronomia básica como ponto de partida para a introdução de conceitos da Física no Ensino Médio**. UEFS. Feira de Santana, 2017. 125 p. Dissertação de Mestrado.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16(1), p. 59-77, 2011. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID254/v16\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf)>. Acesso em: julho de 2022.

SILVA, E. A. da. **Seqüência Didática com Temas Motivadores no Ensino de Física**. UFU. Ituiutaba, Minas Gerais. 2016. 160 p. Dissertação de Mestrado.

SILVA, L. F. da; MEDEIROS JÚNIOR, R. N. **As cores da bandeira brasileira em diferentes cenários de iluminação**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 603-620, ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p603/34600>>. Acesso em: março de 2022.

SOLER, D. R.; LEITE, C. **Importância e Justificativas para o Ensino de Astronomia: um olhar para as pesquisas da área**. II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. p. 370-379. São Paulo, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/336741064\\_Importancia\\_e\\_Justificativas\\_para\\_o\\_Ensino\\_de\\_Astronomia\\_um\\_olhar\\_para\\_as\\_pesquisas\\_da\\_area](https://www.researchgate.net/publication/336741064_Importancia_e_Justificativas_para_o_Ensino_de_Astronomia_um_olhar_para_as_pesquisas_da_area)>. Acesso em: junho de 2022.

TAMMARO, R. **Lixo espacial é problema crescente com soluções difíceis**. Jornal da USP. 11/05/2022. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/lixo-espacial-e-problema-crescente-com-solucoes-dificeis>>. Acesso em: junho de 2022.

TEIXEIRA, C. H. S. **Enfoque CTSA no ensino de Astronomia: uma investigação de possibilidades por meio da Astronáutica**. 2013. 202 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/102065>>.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.