



DOVE-OSCAR 17: A REALIZAÇÃO DE UM SONHO E UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Thiago Mikael da Silva Oliveira¹
Micaías Andrade Rodrigues²

RESUMO: Este artigo se propõe a um resgate acerca da história de Junior Torres de Castro e seus feitos no âmbito da Astronomia, Astronáutica, Engenharia Espacial e os conceitos de Física neles envolvidos. Ele se tornou o primeiro brasileiro e a primeira pessoa física no mundo, isto é, não envolvida com nenhuma entidade científica/tecnológica, a ter seu próprio satélite em órbita na Terra. Este satélite, o Dove-OSCAR 17, tinha finalidades humanitárias e educacionais, também. Este trabalho visa resgatar a história deste brasileiro desconhecido dentro do seu próprio país, de modo a possibilitar a divulgação dos seus feitos. Além disto, procura destacar os conhecimentos de Física envolvidos no lançamento de satélites e fomentar um maior interesse pela Astronomia, aproximando-a da realidade dos alunos. Para isto foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre Junior Torres de Castro, a qual possibilitou uma exposição sistematizada deste brasileiro e dos seus feitos. Espera-se que este texto seja utilizado para demonstrar que os sonhos, com esforço e dedicação, podem ser alcançados, por maiores e mais intangíveis que pareçam, como aconteceu o personagem supracitado.

PALAVRAS-CHAVE: Junior Torres de Castro; Dove-OSCAR 17; Satélites; Ensino de Física; Astronomia.

DOVE-OSCAR 17: A DREAM COME TRUE AND A PROPOSAL FOR PHYSICS TEACHING

ABSTRACT: This paper aims to recount the history of Junior Torres de Castro and his achievements in the fields of Astronomy, Astronautics, Space Engineering, and the physics concepts involved. He became the first Brazilian and the first individual in the world—that is, not involved with any scientific/technological entity—to have his own satellite in Earth's orbit. This satellite, Dove-OSCAR 17, also had humanitarian and

¹ Departamento de Física. Universidade Federal do Piauí. E-mail: thiago.mk19@gmail.com

² Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino. Universidade Federal do Piauí. E-mail: micaias@ufpi.edu.br

educational purposes. This work aims to recover the history of this unknown Brazilian within his own country, to disseminate his achievements. Furthermore, it seeks to highlight the physics knowledge involved in launching satellites and foster greater interest in astronomy, bringing it closer to the reality of students. To this end, a bibliographic research on Junior Torres de Castro was carried out, which allowed for a systematized exposition of this Brazilian and his achievements. It is hoped that this text will be used to demonstrate that dreams, with effort and dedication, can become reality, however large and intangible they may seem, as happened with the aforementioned individual.

KEYWORDS: Junior Torres de Castro; Dove-OSCAR 17; Satellites; Physics Teaching; Astronomy.

DOVE-OSCAR 17: UN SUEÑO HECHO REALIDAD Y UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA

RESUMEN: Este artículo busca relatar la historia de Junior Torres de Castro y sus logros en los campos de la astronomía, la astronáutica, la ingeniería espacial y los conceptos de física involucrados. Se convirtió en el primer brasileño y la primera persona del mundo —es decir, independiente de cualquier entidad científica o tecnológica— en tener su propio satélite en la órbita terrestre. Este satélite, Dove-OSCAR 17, también tenía fines humanitarios y educativos. Este trabajo busca recuperar la historia de este desconocido brasileño dentro de su país para difundir sus logros. Además, busca destacar el conocimiento de la física involucrado en el lanzamiento de satélites y fomentar un mayor interés por la astronomía, acercándola a la realidad de los estudiantes. Para ello, se realizó una investigación bibliográfica sobre Junior Torres de Castro, que permitió una exposición sistematizada de este brasileño y sus logros. Se espera que este texto sirva para demostrar que los sueños, con esfuerzo y dedicación, pueden hacerse realidad, por grandes e intangibles que parezcan, como sucedió con el mencionado individuo.

PALAVRAS-CHAVE: Junior Torres de Castro; Dove-OSCAR 17; Satélites; Enseñanza de Física; Astronomía.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho baseia-se na ideia de trazer um estímulo, um incentivo ao ensino de Física voltado aos temas que envolvem Astronomia para os alunos, pois, a motivação do estudante pelo aprendizado é essencial no processo de ensino-aprendizagem (Campagnolo, 2011; Moreira, 2021).

Quando se abordam os conteúdos de Astronomia é perceptível, ao menos na realidade brasileira, que muitos alunos os enxergam como sendo algo distante de suas realidades, uma vez que, segundo Campagnolo (2011, p. 10), “a maioria dos estudantes não se interessa pela Ciência, o que leva a vários

problemas no ensino de ciências, tornando a alfabetização científica ineficaz e conseqüentemente a formação do cidadão também”.

Porém a Astronomia pode ser algo palpável para todos, inclusive aos alunos brasileiros que sonham em ir além do que as demais pessoas esperam deles, mostrando as oportunidades existentes nos dias atuais a respeito desta área da Física. Para provar aos alunos que a Física é uma área cuja extensão está em constante crescimento e que os assuntos que envolvem a Astronomia podem fazer parte das suas vidas, é necessário encontrar alternativas que possam contribuir para a melhoria da aprendizagem destes (Marinho *et al.*, 2015).

Assim, este trabalho traz uma pesquisa bibliográfica a fim de resgatar a história e os feitos do brasileiro Junior Torres de Castro (1933 – 2018), o qual será denominado como Castro, no âmbito da Astronáutica e Engenharia Aeroespacial, com reflexos na Astronomia na educação básica. Deste modo, trazendo como exemplo a vida desse cidadão brasileiro comum, que foi capaz de mandar seu próprio satélite ao espaço, sendo uma pessoa física que não tinha ligação direta com nenhuma entidade científica e/ou tecnológica, colocando em órbita, no ano de 1990, um microssatélite chamado de Dove-OSCAR 17, que continha dimensões de 21 cm³ e pesava cerca de 13 kg. Os microssatélites são aqueles cujo peso varia entre 10 e 100 kg (Brasil, 2011).

Com isto, Castro se tornou o primeiro brasileiro e a primeira pessoa física no mundo a enviar seu próprio satélite ao espaço. Isto foi algo revolucionário em sua época. Este microssatélite continha finalidades educacionais, visto que visava enviar mensagens de paz através de frequências de rádios para os alunos das escolas (Mistérios, 2020; SERT-PR, 2018). Portanto, seria interessante refletir sobre as conquistas deste brasileiro que é desconhecido da maioria das pessoas dentro da sala de aula, para que tais conquistas possam incentivar os alunos quanto ao estudo da Física.

Diante do exposto e da relevância do resgate da história de Junior Torres de Castro e dos seus feitos, emergiu o seguinte questionamento: seriam os feitos de Junior Torres de Castro (re)conhecidos no meio acadêmico de modo a serem explorados em aulas de Física/Astronomia?

Como objetivo geral este texto visa disponibilizar a história de Junior Torres de Castro e os seus feitos na Astronáutica e Engenharia Aeroespacial, bem como os conceitos de Astronomia e Física envolvidos e, especificamente: investigar a disponibilidade, no meio acadêmico, da história de Castro e dos seus avanços no que tange aos satélites artificiais; resgatar e sistematizar a história deste brasileiro e dos seus feitos na área espacial; definir os conceitos físicos envolvidos nos obstáculos que Castro precisou superar para lançar o seu satélite; tornar acessível esta história para docentes e demais pessoas, de modo

a preservar o legado criado por Castro.

Desta forma, será buscado tratar Castro como um exemplo tangível, utilizando-o como tema para o debate, bem como uma forma de introduzir os assuntos de Física relacionados aos temas que envolvem a Astronomia, visto que

Um dos sonhos mais antigos do homem é o poder de voar. Porém, anatomicamente impossibilitado de realizar tal façanha, lança mão de suas qualidades, de sua inteligência racional e de sua vontade, para de alguma forma conseguir as sensações equivalentes (Zanardi & Fernandes, 2018, p. 2).

Sabe-se que a Física abrange muitos conceitos que são de suma importância. Então, através deste estímulo, pode ser enfatizado que a Astronomia e a Física estão em constante evolução e que os seus conceitos foram sendo modificados ao longo dos anos, uma vez que “a visão unilateral da Ciência dá ao estudante a ideia de uma ciência acabada, elaborada por gênios, que se utilizaram da observação como o único método possível” (Carvalho *et al.*, 2019, p. 293).

Portanto, os problemas que Castro precisou solucionar para conseguir realizar o seu sonho podem ser abordados através dos temas envolvidos no capítulo sobre a Gravitação Universal contido nos livros didáticos voltados para os alunos de Física, demonstrando quais conceitos físicos podem ser abordados para explicar o que Castro precisou sobrelevar-se para enviar e colocar o seu satélite na órbita da Terra.

Deste modo, a intenção deste trabalho é justamente apresentar Castro como um incentivo e até mesmo torná-lo um dos personagens a serem lembrados em sala de aula, dentre os demais já conhecidos, pois se trata de um inventor brasileiro que realizou feitos revolucionários em sua época. Desta forma, uma história relevante para ser lembrada e preservada.

2. OS CONCEITOS DA FÍSICA E DA ASTRONOMIA NO LANÇAMENTO DE FOGUETES

2.1 Castro e a Física

O sonho de Junior Torres de Castro foi o lançamento de seu satélite na órbita da Terra. Portanto, ele necessitou de um espaço em um foguete para que seu

satélite pudesse chegar à órbita da Terra. Deste modo, um dos assuntos que podem ser retirados dos feitos realizados por Castro em termos físicos, os quais os alunos poderão utilizar para análise, são os conceitos relacionados ao lançamento de foguetes.

O foguete é um veículo capaz de funcionar com total independência do meio ambiente em que se desloca. Sua capacidade para operar fora da atmosfera se deve ao fato de levar dentro de si mesmo o combustível e o oxigênio necessários à combustão (Zanardi & Fernandes, 2018, p. 2).

Então, para ser lançado em órbita, “um foguete, em sua forma mais simples, é uma câmara que envolve um gás sob pressão com uma pequena abertura que permite ao gás escapar, e assim, de acordo com a terceira lei de Newton, impulsionando o foguete na direção oposta da do gás expelido” (Souza, 2019, p.13).

Neste primeiro momento já é possível extrair os conceitos de Newton (1643 – 1727), uma vez que “propulsionado em sua trajetória pela ejeção dos gases de combustão que escapam sob pressão pelo motor, o foguete se move obedecendo à terceira lei de Newton” (Zanardi & Fernandes, 2018, p.2). Esta mesma perspectiva que relaciona o problema dos foguetes com a terceira lei de Newton, pode ser verificada através do ponto de vista de Alves *et al.* (2021, p.2) que afirmam que o foguete:

É um veículo que se desloca expelindo, em sua parte traseira, um fluxo de gás à alta velocidade devido à queima do propelente. De acordo com a terceira lei de Newton, esta ação resulta em uma reação de mesma intensidade, porém sentido oposto, deslocando o foguete para cima a partir do solo.

Outro conceito físico que pode ser abordado sobre um lançamento de foguete é em relação às forças que atuam sobre os mesmos, conforme afirma novamente Zanardi e Fernandes (2018, p.5):

As primeiras forças que agem sobre um foguete em movimento na atmosfera são as forças de tração ou empuxo, gravitacional e aerodinâmica. Outras forças como a força centrípeta e a de Coriolis, que aparecem devido ao movimento de rotação do foguete, em geral podem ser desprezadas quando comparadas com as três forças citadas anteriormente.

Porém, é possível afirmar que o foguete deve produzir um empuxo maior que seu peso para deixar o solo. E que esse foguete estaria dentro das normalidades se o mesmo tivesse 91% em massa de propelentes, 3% de tanques, motores, etc. e apenas 6% de carga útil, como os astronautas ou espaçonaves, como também os satélites (Souza, 2021). Este fato torna ainda mais notável o

feito de Castro, visto que a carga útil disponível no lançamento de cada foguete é bastante resumida.

Outro ponto a se observar é a importância de seus componentes de um foguete para que este consiga obter um bom desempenho na sua trajetória. Zanardi e Fernandes (2018) elencam os principais componentes de um foguete: a tubeira, as aletas, a câmara de combustão e a ogiva. Para estes autores cada uma destas partes executa uma função para o desempenho ótimo do sistema. A Figura 1 ilustra o foguete e os seus componentes.

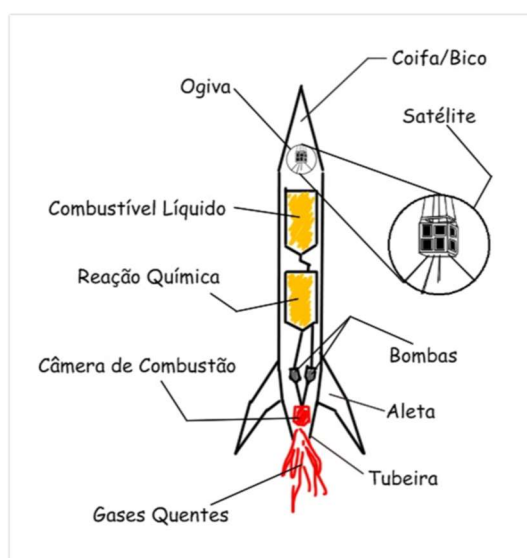


Figura 1. Ilustração dos componentes de um foguete indicando a ogiva, local onde a carga secundária, satélite, fica localizada dentro do foguete.

Fonte: Autores.

Desta forma, é destacado o ambiente em que o Dove-OSCAR 17 se situava ao ser lançado em órbita pelo Ariane 40, em 1990

a ogiva é a parte superior do foguete, que possui uma forma geométrica especial, cuja finalidade é diminuir o arrasto aerodinâmico do foguete. Dentro da ogiva é que encontramos a carga útil do foguete, que pode ser um satélite artificial, uma sonda interplanetária ou até mesmo uma “bomba” (Zanardi & Fernandes, 2018, p. 3).

Portanto, deve-se fazer uma abordagem simultânea aos conceitos de Física de foguetes referente à aplicação das leis de Newton para um maior entendimento do seu funcionamento e de como um foguete é capaz de voar na ausência da atmosfera (Souza, 2021). Outro ponto necessário para pôr o Dove-

OSCAR 17 em órbita, o qual deve ser devidamente abordado e conceituado nos termos da Física, é justamente a relação da Física com as órbitas dos satélites. “Conceitualmente, um satélite consiste em um corpo de menor massa que orbita um corpo de maior massa, como a Terra” (Reis *et al.*, 2008, p.3).

Os satélites permanecem em órbita ao redor da Terra com movimento que resulta em uma elipse de tamanho e excentricidade constantes, semelhante ao obtido com o lançamento de projéteis. Caso o movimento orbital não fosse perturbado, o satélite executaria esse movimento sem o consumo de combustível. Porém, um satélite está sujeito a perturbações devido à não homogeneidade da massa da Terra, pela gravidade de outros corpos celestes, notadamente da Lua e do Sol que tendem a tirá-lo de sua posição e atitude nominais (Reis *et al.*, 2008; Silveira, 2010).

Desta forma, é importante abordar que os satélites artificiais que estão orbitando ao redor da Terra estão sujeitos às forças externas que podem afetar sua velocidade e, conseqüentemente, sua órbita (Silva, 2012). Sabe-se que a atuação do foguete no lançamento de um satélite é basicamente o primeiro passo, o de enviar o satélite ao espaço. Porém, existem conceitos que envolvem a trajetória do satélite em uma determinada órbita da Terra.

Reis *et al.* (2008, p. 5) relatam que:

O movimento dos satélites em órbita da Terra obedece às Leis de Kepler. Eles descrevem trajetórias circulares ou elípticas com o centro da Terra em um de seus focos. A velocidade do satélite, sua direção e distância em relação à Terra no instante em que eles são colocados em órbita determinam o tamanho, a forma e a orientação dessa órbita. Desse instante em diante, já nas regiões onde o ar é extremamente rarefeito, praticamente a única força externa atuante é a da gravidade e, uma vez colocado em órbita, o satélite irá seguir sua órbita circular ou elíptica, retornando periodicamente para o ponto de onde o artefato foi colocado em órbita.

Esta citação põe em evidência outro personagem de extrema importância para a astronomia, como também para a física: Johannes Kepler (1571 – 1630). Kepler é de período anterior a Isaac Newton e formulou três leis sobre os movimentos planetários que são usadas até os dias de hoje.

Portanto, pode-se concluir que existe uma explicação de como os satélites se movem na órbita da Terra, a qual pode ser explicada através da lei da gravitação universal de Isaac Newton, uma vez que Newton formulou sua teoria com base no legado deixado por Johannes Kepler e Galileu Galilei, no final do século XVII. Tal lei afirma que, se um corpo fosse lançado verticalmente com uma velocidade suficientemente elevada, esse corpo poderia entrar em órbita na Terra (Koffi, 2005).

Outro ponto que envolve os desafios de Castro, esse em particular não seria, de fato, um desafio para ele, é justamente acerca das transmissões de rádio pelo Dove-OSCAR 17. Castro, que já dominava isto muito antes de enviar seu satélite, pois conforme Zurita (2021), seu interesse pelo rádio veio do berço, uma vez que o seu pai era diretor dos Correios e Telégrafos numa época em que grande parte da comunicação de longa distância era feita através de rádios.

Os satélites podem ter aplicações variadas. Crisóstomo (2018, p. 1-2) destaca que, independentemente da função do mesmo, um sistema de rastreamento necessita ser projetado e implementado de forma que as informações fornecidas pelos satélites (dados e imagens) possam ser utilizadas. Neste texto não serão abordados os conteúdos mais profundos relativos à Astronáutica (ciência que trata da construção e operação de veículos projetados para viajar no espaço interplanetário ou interestelar) e à Engenharia aeroespacial (ramo da engenharia que lida com o projeto, desenvolvimento, construção e teste de aeronaves e espaçonaves), mas apenas nos assuntos que envolvem diretamente a Astronomia.

Desta forma, é possível relacionar o que Junior Torres de Castro precisou para concretizar o seu sonho, que foi o de enviar o seu próprio satélite, o Dove-OSCAR 17, na órbita da Terra. O resgate dos feitos de Castro pode ser utilizado em sala de aula, oferecendo aos alunos o exemplo palpável de um cidadão comum que foi capaz de ir além em sua época. Tendo em vista que o conhecimento e as oportunidades estão mais acessíveis atualmente, em relação ao momento vivido por Castro, os alunos, caso tenham interesse real, podem realizar feitos comparáveis aos de Castro ou ainda maiores.

2.2 A Física, a Astronomia e seus conteúdos

Para que o Dove-OSCAR 17 pudesse chegar à sua órbita, ocorreu o seu lançamento por meio de um foguete. Entre outros conhecimentos necessários, para se lançar um foguete, é essencial ter um conhecimento profundo da Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton. Esta lei é trabalhada dentro da área de Ciências da Natureza para o Ensino Médio e tem como componente a disciplina de Física. Os alunos já terão acesso a esta lei logo na primeira série do Ensino Médio, que possui as unidades temáticas: Introdução ao estudo da Física, Cinemática, Dinâmica, Gravitação e Estática (Piauí, 2021).

Todos estes conteúdos fazem menção à Competência específica 2 de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018): “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre

o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (p. 556).

Deste modo, a unidade em que se estudam os assuntos que envolvem a Astronomia e permite a exemplificação da conquista de Castro é justamente a unidade da Gravitação. Esta, por sua vez, é composta pela Lei de Kepler, Lei da Gravitação Universal, Satélite em órbitas circulares, Velocidade de Escape e Aceleração da Gravidade, sendo proposta para os alunos no 3º bimestre do ano letivo (Piauí, 2021).

É sabido que os alunos, ao chegarem no ensino médio, adquirem vários conhecimentos, em diversas áreas, durante todo o ensino fundamental. Porém, são basicamente os anos finais que determinam seus maiores conhecimentos agregados para o ingresso na etapa seguinte, o Ensino Médio. Com base nisso Felicetti *et al* (2017, p. 2) afirmam que:

No ensino fundamental o conhecimento científico na área da Astronomia é mediado durante as aulas de Ciências Naturais. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais, a Astronomia é uma das áreas de referência da ciência para entender: a dinamicidade envolvida com os corpos celestes, os modelos e conceitos explicativos sobre o universo, a inserção dos indivíduos no contexto de universo.

Diante disso, é necessário que os alunos tenham uma boa base para compreender melhor os conceitos relacionados à astronomia, pois esta não é uma área da ciência que se apresenta de forma isolada. Portanto, é essencial que os alunos, nas séries finais do Ensino Fundamental, disponham de um ensino de Astronomia fundamentado sobre conceitos coerentes no ensino de Ciências Naturais. Isto permitirá que esses alunos possam entender melhor os conceitos sobre o universo e tudo que o envolve, podendo estes se relacionarem como indivíduos que fazem parte deste universo e que são responsáveis por tudo o que acontece no planeta Terra (Felicetti *et al.*, 2017).

A maioria dos estudantes que ingressam no ensino médio não possui essa base, que deveria ser ministrada nos anos finais do ensino fundamental. Assim, faz-se importante levar em consideração que os professores de Física devem propor alternativas para encontrar uma forma de incentivar mais os seus alunos, visto que “as disciplinas de cunho mais teórico e técnico, como matemática e física, que requerem um pouco mais de atenção e dedicação devido à maior grau de abstração, acabam tendo sua abordagem prejudicada” (Cuzinatto *et al.*, 2015, p.3). Desta forma, é possível deduzir que os cursos superiores nas áreas de Física não são bem vistos pela maioria dos estudantes.

A grande maioria dos professores lecionam aulas tradicionais para o

ensino de Física e não procuram uma abordagem mais significativa. Sobre isto, Carvalho *et al.* (2019) comentam que as aulas, geralmente, são preparadas com exposição de conceitos restritos aos conteúdos de Física, resolução de exercícios para manipulação das grandezas físicas envolvidas e, quando muito, atividades experimentais empiristas.

Para modificar este quadro, uma boa alternativa é uma abordagem voltada também ao fator histórico que envolve todo o processo da astronomia, pois a realidade é que os livros que são oferecidos aos alunos não possuem, necessariamente, uma sequência didática adequada para que sejam citados, por exemplo, a história de Castro e seu microssatélite. Para se tratar disto, outros assuntos podem ser resgatados, desde a era de Galileu.

Assim como em muitos outros livros didáticos, atribui pouco significado ao desenvolvimento histórico e, principalmente, às contribuições de outros personagens. Por exemplo, atribui a Isaac Newton a “invenção” de toda a Mecânica, sem ressaltar as grandes contribuições de Galileu Galilei. Assim como atribui pouco ou nenhum significado aos trabalhos de Johannes Kepler, Nicolau Copérnico, Descartes e Huygens (Carvalho *et al.*, 2019, p. 4).

Portanto, inserir o exemplo da conquista realizada por Castro pode promover uma maior alfabetização científica desses alunos, pois é desafiador o ensino de Física, segundo Carvalho *et al.* (2019), que promova a alfabetização científica do aluno neste contexto supracitado. Assim, a história de Castro e do Dove-OSCAR 17 podem fomentar o incentivo aos alunos, de modo que estes possam ver a Astronomia como uma possível área de crescimento aqui no Brasil, pois:

Tal abordagem contribui também para o resgate cultural e histórico das atividades espaciais como elemento da cultura nacional, principalmente porque o Brasil é um dos principais países em desenvolvimento a buscar o desenvolvimento de todos os elementos constituintes de um programa espacial, quais sejam, satélites, plataformas de lançamento, foguetes e veículo lançador de satélites, centros para as aplicações de satélites, como as de observação da Terra e de meteorologia, centros de formação de pessoal de alta qualidade, reconhecidos nacional e internacionalmente, como o Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, bem como um complexo industrial voltado às demandas do setor, concentrado no Vale do Paraíba, interior do Estado de São Paulo (Reis *et al.*, 2008, p. 2).

Então, é necessário valorizar as transformações passadas, visto que a Física e o mundo estão em constantes transformações, e compará-las com o presente. Desta forma os estudantes podem ser motivados em relação às transformações futuras (Carvalho *et al.*, 2019). Entre estas transformações,

ocorridas após o envio do Dove-OSCAR 17 ao espaço, podemos destacar o seguinte excerto de Reis *et al.* (2008, p.4):

País de vasto território e riquezas naturais, o Brasil logo se conscientizou da necessidade de projetar e construir seus próprios satélites, bem como de controlá-los em órbita e desenvolver capacidade técnica para interpretar e gerenciar as informações coletadas. Isso se traduziu em autonomia e soberania para o País em vários segmentos da atividade espacial.

Deste modo, citar Junior Torres de Castro, um brasileiro que foi o primeiro cidadão comum e pessoa física, e não pessoa jurídica, como uma empresa ou entidade científica, a enviar um satélite ao espaço, dentro de uma área que está em constante crescimento, é uma possível abordagem para incentivar os alunos quanto aos conteúdos de Física e Astronomia, mostrando que eles podem alcançar os seus objetivos, sejam eles grandes ou pequenos.

No passado, os antigos navegadores que entravam no mar aberto em busca de lugares ainda não explorados. Hoje são os cientistas que desvendam o inexplorado. Um destes ambientes que necessita ser explorado é justamente o universo, com a sua enorme extensão, uma grandeza com inúmeras incógnitas, que poderá desvendado por algum destes alunos, possíveis futuros cientistas, capazes de realizar tais feitos.

3. METODOLOGIA

A metodologia desse trabalho se baseou em uma pesquisa bibliográfica sobre a vida e as conquistas feitas pelo engenheiro e radioamador, Junior Torres de Castro. Desta forma, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, tendo em vista que “toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes, quaisquer que sejam os métodos ou técnicas empregadas” (Marconi & Lakatos, 2009, p.43), destacando o passo a passo, o início do sonho, até as suas conquistas, traçando os pontos importantes que foram surgindo no decorrer de sua caminhada para enviar o seu satélite, o Dove-OSCAR 17 à órbita da Terra.

A pesquisa bibliográfica “está inserida principalmente no meio acadêmico e tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas” (Sousa *et al.*, 2021). Os autores comentam, também, que para se trabalhar com a pesquisa bibliográfica faz-se necessário fazer o levantamento ou a revisão de obras publicadas.

A intenção inicial era localizar obras que tratassem de Junior Torres de Castro no Google Scholar, mecanismo de busca que se baseia em trabalhos acadêmico-científicos. Porém, esta busca mostrou-se insatisfatória, conforme

poderá ser visto na seção seguinte, sendo realizado, posteriormente, levantamento no Google tradicional.

Após demarcar todos os processos de que Castro necessitou para enviar seu satélite, foram apresentados os conceitos físicos existentes nesses processos, associando-os aos conteúdos estudados em sala de aula. Como isto, o professor poderá buscar uma aproximação com os alunos acerca das decisões que Castro precisou tomar para a realização de seu sonho, pois “nesse momento, o professor deve valer-se, principalmente, de sua experiência profissional e do bom senso, sempre atento aos objetivos educacionais a serem atingidos” (Cruz, 2018, p. 18).

As conquistas realizadas por Castro e as superações dos seus obstáculos serão descritos na sequência, descrevendo todos os processos físicos, os conceitos físicos que envolvem os temas de astronomia, sobre a Gravitação Universal, entre outros, e associá-los aos processos que Castro utilizou para enviar o Dove-OSCAR 17 à órbita da Terra.

Os dados produzidos foram embasados em autores que relatam circunstâncias necessárias para se enviar um satélite à órbita da Terra, destacando conceitos da Física que envolvem lançamentos orbitais e lançamento de foguetes.

4. RESULTADOS

A pesquisa para o termo “Junior Torres de Castro” no *Google Scholar*, em 08 de novembro de 2025, gerou 11 resultados, sendo duas citações, que foram excluídas da listagem. Destes um era artigo em periódico, em inglês, mas não era um arquivo aberto, disponível. Outro era um trabalho de congresso, também em inglês e com arquivo não disponível para download. Ainda havia um livro de um jornalista alemão, escrito em alemão e que tinha uma seção tratando sobre o Junior Torres de Castro, mas que também não estava disponível para *download* gratuito.

As demais obras (6) podiam ser acessadas de forma gratuita. Dois deles eram, basicamente, o mesmo material, pois era uma tese de doutorado em direito que havia sido publicada, posteriormente, como livro. Este, inclusive, foi o material que teve uma exposição maior do Junior Torres de Castro. De forma geral, estas obras comentam, muito brevemente, que Junior Torres de Castro conseguiu enviar o Dove-OSCAR 17 ao espaço e falavam das dimensões do mesmo. Apenas isto!

Isto evidenciou que a história deste grande brasileiro não é muito conhecida no meio acadêmico. Com a ausência de materiais acadêmicos que

tratavam da trajetória do Junior Torres de Castro e tendo em vista que a pesquisa no Google (Google comum, site de busca, não o Google acadêmico) indicou em 182 resultados, utilizamos alguns destes como fonte de dados. Muitos destes resultados eram repetições de outros.

Desta forma, optamos por concentrar as informações, principalmente, num site específico criado para divulgar as entrevistas dadas por Junior Torres de Castro (PY4ZBZ, 2011) e num site sobre o 1º satélite 100% brasileiro (Zurita, 2021), os quais documentavam bem as etapas do planejamento/execução e dispunham de várias entrevistas dadas por Castro acerca do Dove-OSCAR 17.

4.1 Quem foi Junior Torres de Castro?

Junior Torres de Castro (Figura 2) nasceu em Botucatu – SP em 09 de abril de 1933 e faleceu em São Paulo – SP em 17 de janeiro de 2018 (UnoPR, 2023).



Figura 2. Junior Torres de Castro em entrevista ao Aqui e Agora do SBT 1991, em seu ambiente de trabalho e pesquisa.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

Ele foi um inventor, projetista e radioamador que sempre teve um sonho alto, de ir ao espaço. Isto lhe proporcionou enviar o seu próprio satélite na órbita da Terra (Mistérios, 2021). Castro se formou em Engenharia Civil na Universidade Mackenzie de São Paulo, Elétrica (USP) e Eletrônica (*University of Columbia*), além disso, fez, na Suécia, mestrados em Geologia e Geofísica, além de haver cursado o doutorado em Física (Acontece, 2025; SERTPR, 2018). Era um homem que viajava o mundo inteiro e era fluente em várias línguas. Se tornou também, um empreendedor de sucesso e possuía empresas na área da construção civil e mineração (Zurita, 2021).

Porém, a sua maior paixão foi mesmo o radioamadorismo, do qual veio

do berço. Seu pai era diretor dos Correios e Telégrafos e naquela época predominava a comunicação à distância através de rádios. Ainda criança, ele ganhou de sua mãe o livro “Conheça seu Rádio”, de autoria de Renato Andrade (Figura 3), e, seguindo as instruções do livro, ele construiu seu primeiro rádio com 12 anos de idade (Zurita, 2021).



Figura 3. Livro Conheça seu Rádio, de Renato Andrade, que Castro ganhou ainda criança

Fonte: Mercado Livre. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1955916680-conheca-seu-radio-de-renato-andrade-_JM. Acesso em: 23 dez. 2024.

4.2 O sonho de Junior Torres de Castro

Quando Castro possuía 24 anos e já era engenheiro formado, ele conseguiu captar através dos seus rádios, os bips do Sputnik-1, o primeiro satélite da história enviado à órbita da Terra pela União Soviética em 1957 (Figura 4). Isto trouxe a Castro uma verdadeira paixão que o inspirou pela exploração espacial, tomando a decisão de que faria o seu próprio satélite (Zurita, 2021). O fato de ouvir bips o fez questionar o porquê de não serem vozes, o que, também, direcionou o seu projeto (UnoPR, 2023).



Figura 4. Réplica do satélite Sputnik 1.

Fonte: Wikipédia. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sputnik-1>. Acesso em: 23 Dez. 2023.

Castro passou a frequentar os principais congressos internacionais da área, tendo sua presença questionada pelos demais cientistas, pois era apenas um radioamador de um país sem tradição na pesquisa espacial. Porém, a determinação de Castro fez com que esses cientistas se acostumassem com a ideia de um brasileiro em seu meio, e com o tempo, ele passou a ser respeitado e admirado pelos demais cientistas (Zurita, 2021).

Porém, Castro não apenas construiu o Dove-OSCAR 17. Enquanto ele desenvolvia o satélite, ele ajudava na comunicação das missões dos ônibus espaciais com o Centro de Controle da NASA. Segundo UnoPR (2023), os astronautas que estavam no espaço na época haviam perdido o contato com a Terra, e o radioamador Castro repassava as informações de telemetria do ônibus espacial para a NASA. Isto foi necessário, pois a antena do ônibus espacial Columbia não conseguia apontar para se comunicar com o satélite TDRS que estava acima do mesmo. A ajuda do radioamador também salvou os experimentos que estavam sendo realizados a bordo do ônibus espacial.

Este foi mais um fator de reconhecimento alcançado por Castro, sendo amplamente noticiado em jornais, revistas e até no folhetim dominical Fantástico da Rede Globo de Televisão. Por conta da sua ajuda, Castro foi convidado para ir até os Estados Unidos, em Houston, para ser homenageado em outubro de 1987 pela NASA e por 86 astronautas por ter salvo a missão da Columbia (UnoPR, 2023).

Décadas depois da sua decisão de enviar seu satélite ao espaço, mais especificamente 32 anos depois, já possuindo os conhecimentos suficientes e

além de ter contato com os principais cientistas e construtores de satélites do mundo, foi então que em 1989 ele apresentou em um congresso em Logan, nos Estados Unidos, um protótipo do seu satélite (Figura 5), para um auditório lotado de cientistas do mundo inteiro. Ele introduziu, então, o conceito de “microssatélites”, onde o seu protótipo recebeu o apelido carinhoso de “*Little-Brick*”, que significa “Tijolinho” (Zurita, 2021).



Figura 5. Foto do protótipo do satélite projetado e construído por Junior Torres de Castro Little-Brick, o Tijolinho.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

O *Little-Brick* não poderia ser colocado em órbita, pois foi construído com peças que não aguentariam as condições extremas do espaço. Para que isso ocorresse, seu satélite precisaria ser construído com peças desenvolvidas especificamente para o ambiente espacial, que operassem no vácuo e que suportassem as enormes variações de temperatura e o bombardeio de raios cósmicos. E essas peças especiais, além de extremamente caras, eram de uso restrito, tendo o comércio controlado pelo governo estadunidense e sendo vetada a exportação para outros países (Zurita, 2021).

4.3 Seu sonho realizado

Graças ao sucesso daquela apresentação no congresso e aos inúmeros amigos que Castro fez naquele meio, ele conseguiu convencer as autoridades americanas a autorizar a venda das peças de que precisaria. Porém, para montar seu satélite, Castro precisou se mudar para os Estados Unidos, pois as peças só seriam entregues lá, como também, só poderia trabalhar com elas sob a supervisão do governo americano e assim Castro fez (Zurita, 2021) (Figura 6).

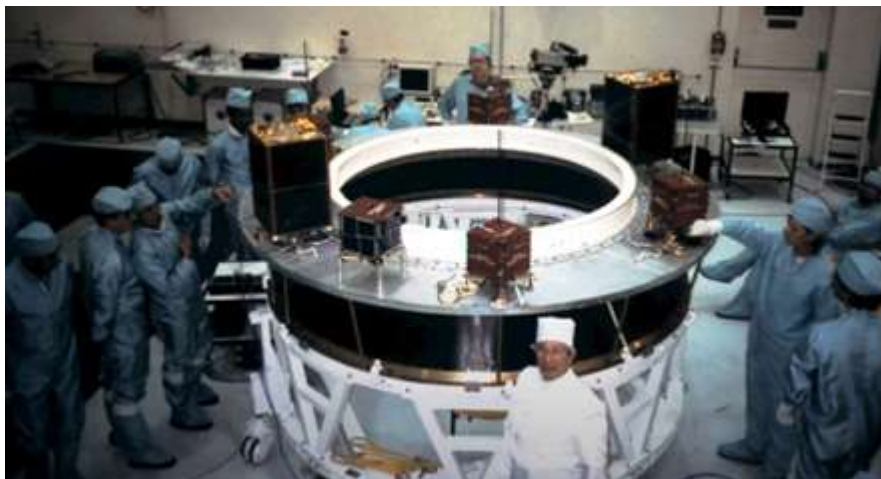


Figura 6. Construção do satélite Dove-OSCAR 17 com Junior Torres de Castro e os demais cientistas envolvidos na realização de seu projeto/sonho.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

Junior Torres de Castro fazia tudo com excelência, pois amava tudo isso. Durante suas viagens pelo mundo, em meio à Guerra Fria, ele entrevistou e gravou cerca de 6 mil mensagens de crianças³, mandando mensagens de paz, em vários idiomas, para a humanidade (UnoPR, 2023). Castro queria que essas mensagens fossem transmitidas para todo o planeta a partir do seu satélite. Convencidos da importância daquele projeto, os fabricantes de componentes resolveram contribuir com a realização desse sonho, em que alguns doaram os componentes, outros venderam a preço de custo (Zurita, 2021). O custo total previsto era de 4 milhões de dólares e só o painel solar custava 600 mil dólares! O custo acabou reduzido para US\$ 225 mil. Parte deste investimento (US\$ 120 mil, fora outras despesas com viagens, etc.) foi feita pelo próprio Castro e o restante pela *Radio Amateur Satellite Corporation - AMSAT Brasil* (UnoPR, 2023).

Assim, Castro passou a ter em suas mãos, após um árduo e dedicado trabalho, o satélite (Figura 7) que ele havia idealizado há 33 anos, quando ouviu os bips do Sputnik através do seu rádio.

3 - Outras fontes afirmam que foram 3000 mensagens de crianças (Radioamador, 2025).



Figura 7. Junior Torres de Castro com sua dedicação na construção do seu satélite, o Dove-OSCAR 17.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

Junior Torres de Castro foi um cidadão brasileiro que possuía intenções humanitárias, que através da determinação, alcançou e realizou o seu sonho, se tornando alguém revolucionário. Convém salientar que, em sua época, Castro não possuía as oportunidades que um estudante tem hoje em dia, tal como buscar tutoriais na internet etc. Ele precisou de muito mais esforços para conseguir o seu feito.

Diante de tanta dedicação e companheirismo de Castro e toda a equipe envolvida, faltava apenas lançá-lo ao espaço.

4.4 Esse é o Dove no espaço

A sigla DOVE representa “*Digital Orbiting Voice Encoder*” que em português significa “Codificador de Voz Orbital Digital”, porém também era uma referência à palavra em inglês “*dove*” que significa “pomba”, que é o pássaro símbolo da paz. Outro apelido que o satélite ganhou na época foi “*Peace Talker*”, que significa “aquele que fala da paz”. “OSCAR” é a designação dada para os satélites de radioamadores, e o DOVE era o 17º dessa categoria (Zurita, 2021). Os radioamadores estão entre os pioneiros das comunicações espaciais. Seu primeiro satélite (dos Estados Unidos), o OSCAR 1, foi lançado nos Estados

Unidos apenas 4 anos após o Sputnik, em 1961 (Crisóstomo, 2018).

Quem sintonizasse o DOVE, na frequência 145.825 MHz, ao invés de bips, receberia a voz sintetizada do satélite. Ele se apresentava dizendo “*This is DOVE in space*” (Esse é DOVE no espaço) e informava 59 parâmetros de telemetria em voz e também codificados (Zurita, 2021), além das mensagens de paz através das vozes das crianças de todo o canto do mundo, bem como também suas coordenadas geográficas, indicando sua posição no espaço. Por estas coisas fica evidenciada a finalidade educacional deste satélite.

Castro não deve ser esquecido e, pelo contrário, deve ser exaltado também seu lado filantrópico, pois o que ele procurou dividir com os alunos e a humanidade, foram mensagens de paz narradas por crianças de todo o canto do mundo, numa época em que a guerra fria mantinha a influência na maioria das opiniões (Zurita, 2021).

Entre estas mensagens havia uma de um pequeno vietnamita, dizia: “Eu nasci e cresci no meio da guerra. Vi a violência e muita gente morrendo. Senti medo, muito medo. Não queria ver o ódio nunca mais. O que eu quero é que a humanidade viva em paz” (Acontece, 2025) e outra de uma criança de Araçatuba/SP: “Plante amor, e colha a paz (UnoPR, 2023). Durante o dia, três mensagens eram enviadas do satélite para a Terra.

O Dove-OSCAR 17 foi posicionado em órbita na Terra em 1990, com carona no primeiro voo do foguete Ariane 40 H10, no centro espacial de Kourou, na Guiana Francesa, como uma das cargas secundárias do mesmo (Mistérios, 2021). Um lançamento de satélite, segundo UnoPR (2023), custa 40 milhões de dólares e devido ao bom relacionamento e ao respeito que os cientistas passaram a adquirir por Castro, o microsatélite foi ao espaço de graça! Todo o processo, desde a construção, testagem e lançamento de seu satélite, foi acompanhado de perto por Castro, que durante o lançamento pulava e gritava em comemoração da tão sonhada realização de seu sonho (Zurita, 2021) (Figura 8).



Figura 8. Momento em que o Foguete Ariane 40 H10 estava sendo preparado para o lançamento.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

Para conseguir manter-se funcionando por mais de oito anos na órbita da Terra, o Dove-OSCAR 17 era composto por uma série de células solares e bateria interna que foram projetadas para poder suportar o vácuo do espaço, sendo totalmente diferente dos satélites existentes na época. Dove-OSCAR 17 possuía apenas 12,92 kg de massa com dimensões de 23 cm³ (Figura 9), que também se mostrou algo revolucionário, pois os satélites existentes na época possuíam dimensões próximas ao tamanho de um caminhão. Ele estava em órbita com aproximadamente 780 km acima da superfície da Terra e dava uma volta ao redor da mesma em cerca de, aproximadamente, 100 minutos (Mistérios, 2021).



Figura 9. Satélite Dove-OSCAR 17 totalmente construído e aguardando apenas o momento de seu lançamento.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

A durabilidade prevista para este satélite era de apenas seis anos, mas este conseguiu durar mais de oito anos operando de forma precisa até um defeito em suas baterias fazer com que parasse de funcionar em março de 1998.

Crisóstomo (2018) destaca, também, que Castro havia distribuído em escolas do Brasil e do mundo, milhares de rádios capazes de se sintonizar com o satélite, como também, mapas para indicar às crianças, onde poderia estar localizado o DOVE a partir das coordenadas enviadas pelo mesmo.

Nessa época, era possível qualquer pessoa que possuía um rádio comunicador acessar e ouvir as mensagens enviadas pelo Dove-OSCAR 17 ao sintonizar na frequência 145.825 MHz, pois ele transmitia com uma potência que chegava a 4 watts, sendo compatível com essas rádios (Figura 10).



Figura 10. Receptor de sinal do satélite através da frequência 145.825 MHz que Junior Torres de Castro utilizava em seu local de trabalho/pesquisa.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

Pelo seu trabalho e dedicação, foi um dos poucos brasileiros cotados para o prêmio Nobel da Paz (Acontece, 2025; SERTPR, 2018; UnoPR, 2023).

4.5 Um exemplo para vida

Junior Torres de Castro não se afastou de suas origens, através de seu rádio e utilizando a identificação PY2BJO, ele conversava diariamente com seus amigos radioamadores do Brasil e do mundo (Figura 11), mas também com seus amigos cientistas e com astronautas em órbita da Terra. Durante vários anos Castro visitou, nos meses de agosto, o Centro Espacial da Guiana Francesa, onde trabalhava voluntariamente em retribuição pelo lançamento do seu satélite feito gratuitamente pela Arianespace (Zurita, 2021).



Figura 11. Junior Torres de Castro em sua casa e local de trabalho e pesquisa em São Paulo.

Fonte: PY4ZBZ (2011).

Junior Torres faleceu em 2018 deixando esposa, filhos, netos e um satélite, que ainda vai orbitar nosso planeta por muitos anos. O Dove-OSCAR 17, mais do que o primeiro satélite 100% brasileiro, é prova do imenso legado de dedicação à ciência e à paz de Junior Torres de Castro, o brasileiro que realizou o que poucas pessoas no mundo ousariam sonhar (Zurita, 2021).

5. CONCLUSÕES

A história de Junior Torres de Castro relatada neste texto, embora ainda pouco conhecida no meio acadêmico, apresenta-se como inovadora para a sua época e

esuperou várias barreiras. Assim, é possível concluir que o sonho realizado por Castro pode ser utilizado com o objetivo de incentivar os alunos nas aulas de Física, no âmbito da Astronomia. O exemplo de superação e de pioneirismo de Castro demonstra que as pessoas comuns podem ir em busca dos seus sonhos e superar as inúmeras adversidades. O desenvolvimento do seu próprio satélite, um microssatélite, modificou a engenharia aeroespacial e reverbera até os dias de hoje nas comunicações. Só para ilustrar, apenas a Starlink, que trabalha com satélites bem menores que os que eram lançados antes de Castro (embora, de fato, bem maiores que o dele!) lançou mais de 10.000 satélites na órbita terrestre (Paulo, 2025).

A pesquisa desenvolvida neste trabalho, visa contribuir para a divulgação da história e realização do sonho de Junior Torres de Castro, que foi um grande engenheiro, físico e radioamador que se tornou o primeiro brasileiro e a primeira pessoa física no mundo a ter seu próprio satélite em órbita na Terra, o qual possuía como missão, finalidades humanitárias e educacionais.

Com sua determinação e generosidade, além de demonstrar que suas intenções possuíam finalidades humanitárias, as quais contagiaram todos os demais cientistas que, de início, duvidavam do seu profissionalismo. Porém, com determinação e empatia, Castro conseguiu as ajudas necessárias para construir e enviar o seu satélite para a órbita da Terra.

Esta pesquisa buscou resgatar a história de Junior Torres de Castro e seus feitos no âmbito da Astronomia, destacando os conceitos de Física neles envolvidos, demonstrando aos professores a importância de expor essa história aos seus alunos de Física. Além disto, a pesquisa visa fomentar o interesse dos alunos, buscando que estes se sintam mais motivados nas aulas de Física e assim, possam atribuir um maior significado aos conteúdos de Astronomia, tornando-se cada vez mais aptos a destacar os fenômenos físicos envolvidos.

O professor que optar por utilizar a história de Castro em sala de aula, pode se dirigir ao acervo de Junior Torres de Castro (PY4ZBZ, 2011), assistir aos vídeos, indica-los aos seus alunos para também assisti-los, ou utilizar de outras metodologias para transmiti-las aos seus alunos, visto que hoje em dia, as ferramentas, tecnologias e metodologias estão cada vez mais variadas, como também mais acessíveis a todos.

REFERÊNCIAS

Acontece Botucatu. (2025)

https://acontecebotucatu.com.br/geral/botucatuense-junior-torres-de-castro-foi-a-unica-pessoa-no-mundo-a-ter-um-satelite-em-orbita/#google_vignette. Acessado em: 11 nov. 2025.

- Alves, L. A.; Bento, S. S.; Marchi, C. H. (2021) Movimento Vertical de Minifoguetes: Equações de Trajetórias e Análises Gráficas. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 43, 479.
- Brasil. (2011) <http://www.crn.inpe.br/conasat1/nanosatt.php>. Acessado em: 23/12/2024.
- Brasil. *Base Nacional Comum Curricular*. MEC, Brasília - DF, 2018.
- Campagnolo, J. C. *O caráter incentivador das olimpíadas de conhecimento: uma análise sobre a visão dos alunos da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica sobre a olimpíada*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.
- Carvalho, H. A. P.; Arruda Nitsche, F. E.; Zanatta, S. C. (2019) Proposta de ensino na Física: o lançamento de foguete. *Retratos da Escola* 13, 25.
- Crisóstomo, Ivana Pires. *Projeto para implementação de uma estação terrena de rastreamento de pico e nanossatélites do tipo "CubeSat"*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2019.
- Cruz, J. A. *Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de astronomia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2018.
- Cuzinatto, R. R. *et al.* (2015) Rocketeers UNIFAL-MG: o ensino de Física através do lançamento de foguetes artesanais. *Revista Ciência em Extensão* 11, 3.
- Felicetti, S. A.; Luft, I. C.; Ohse, M. L. (2017) Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a OBA. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* 12, 2.
- Koffi, M. *Otimização de empuxo de um foguete movendo-se na atmosfera*. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos, 2005.
- Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. Atlas, São Paulo – SP, 2009.
- Marinho, R. F. *et al.* (2015) Utilizando o ensino a distância como ferramenta de preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer* 11, 20.
- Mistérios do Espaço. (2020)

- <https://www.youtube.com/watch?v=SmU11OuzqjQ>. Acessado em: 15 jun. 2025.
- Moreira, M. A. (2021) Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, sup. 1.
- Paulo, D. (2025) <https://teletime.com.br/21/10/2025/starlink-passa-marca-de-10-mil-satelites-lancados-ao-espaco/>. Acessado em: 25 nov. 2025.
- Piauí. (2021) https://www.seduc.pi.gov.br/arquivos/diretrizes/13-novo%20ensino%20medio%20Caderno01_Curriculo_Piaui.pdf. Acessado em: 28 dez. 2024.
- PY4ZBZ. (2011). <https://www.qsl.net/py4zbz/py2bjo.htm>. Acessado em: 23 out. 2024.
- Radioamador. (2025) <https://www.radioamador.com/junior-torres-de-castro-py2bjo/>. Acessado em: 12 nov. 2025.
- Reis, N. T. *et al.* (2008) Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 30, 1.
- SERTPR. (2018) <https://sertpr.org.br/2018/01/23/brasileiro-unica-pessoa-lancar-seu-proprio-satelite/>. Acessado em: 11/11/2025.
- Silva, William Reis. *Estudo da estabilidade do movimento rotacional de satélites artificiais com variáveis canônicas*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá - SP, 2012.
- Silveira, N. A. (2010) <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2010/09.21.18.38/doc/Nat%e1ssia%20Ramos%20da%20Silveira.pdf>. Acessado em: 20 jun. 2025.
- Sousa, A. S.; Oliveira, G. S.; Alves, L. H. (2021) A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp* 20, 43.
- Souza, C. F. *A mulher negra e o ensino de física dos foguetes por meio da vida e obra de Katherine Johnson, protagonista do filme “Estrelas além do tempo”*. Trabalho de Conclusão de curso. Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2019.
- UnoPR. (2023) <https://unopr.com.br/quem-foi-py2bjo/#:~:text=Junior%20Torres%20de%20Castro%20nasceu,anos%20de%201950%20a%201965>. Acessado em: 11/11/2025.
- Zanardi, M. C. F. P. S.; Fernandes, S. S. Fundamentos da Astronáutica e suas

aplicações. V.1. Editora UFABC, Santo André – SP, 2018.

Zurita, M. (2021) <https://olhardigital.com.br/2021/03/08/colunistas/Dove-OSCAR-17-o-primeiro-satelite-verdadeiramente-100-brasileiro/?gfetch=2021%2F03%2F08%2Fcolumnistas%2FDove-OSCAR-17-el-primer-sat%C3%A9lite-verdaderamente-100-brasile%C3%B1o%2F>. Acessado em: 23 dez. 2024.