

12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DINÂMICA ORBITAL DO INPE

VICTOR FELIPE DA SILVA¹, DEIDIMAR ALVES BRISSI².

¹ Graduando em Licenciatura em Física, IFSP, Câmpus Birigui, victor.fdasilva@outlook.com.

² Prof. Me. Deidimar Alves Brissi, Campus Birigui, deidimar@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.12.02.00-4 Dinâmica de Voo.

RESUMO: A pesquisa espacial brasileira ainda é nova. Ela foi impulsionada e consolidada por alguns fatores, dentre eles os cursos de pós-graduação. Infelizmente, os estudantes tem perdido o interesse no assunto a partir da década de 2000. Por conta disto, este trabalho busca um levantamento dos conhecimentos prévios requisitados pelo curso de pós-graduação em engenharia espacial, com enfoque em dinâmica orbital do INPE, de forma a viabilizar tal informação aos interessados e contribuir para a divulgação científica. A escolha do enfoque do curso de pós-graduação foi feita de acordo com a atualidade do tema, bem como sua pertinência internacional. Foi realizada pesquisa documental das definições estruturais do curso e análise de conteúdo para categorizar e aferir sobre os conceitos abordados. Os resultados evidenciam que existem elementos de Física, Matemática, Computação e Astronomia, bem como quais partes delas serão abordadas no decorrer do curso, o que nos possibilita elencar os conhecimentos prévios necessários e o grau de especialização destes. A pesquisa trouxe resultado satisfatório, visto que concede ao interessado meio de verificar se está apto a cursar e denota possíveis lacunas em sua formação inicial, contribuindo para seu acesso e permanência na pós-graduação.

PALAVRAS-CHAVE: Subsunçor; Engenharia Espacial; Divulgação Científica; Astrodinâmica; Astronomia; Física.

SURVEY OF PRIOR KNOWLEDGE OF INPE'S POSTGRADUATE COURSE IN ORBITAL DYNAMICS

RESUMO: Brazilian space research is still new. It was driven and consolidated by some factors, including postgraduate courses. Unfortunately, students have lost interest in the subject since the 2000s. Because of this, this work seeks to survey prior knowledge required by the graduate course from INPE's, in space engineering, with a focus on orbital dynamics, in a way to enable such information to interested parties and contribute to scientific dissemination. The choice of the focus of the graduate course was made according to the topicality of the topic, as well as its international relevance. Documentary research of the structural definitions of the course and content analysis were carried out to categorize and assess the concepts covered. The results show that there are elements of Physics, Mathematics, Computation and Astronomy, as well as which parts of them will be addressed during the course, which allows us to assess the necessary prior knowledge and their degree of specialization. The research brought satisfactory results, as it provides the interested party with a means of verifying if they are able to attend and shows possible gaps in their initial academic background, contributing to their access and permanence in postgraduate studies.

KEYWORDS: subsumer; space engineering; scientific divulgation; astrodynamics; Astronomy; Physics.

INTRODUÇÃO

A pesquisa espacial brasileira ainda é nova. Segundo Steiner (2011) “somente nas décadas de 1960 e de 1970 [...] começaram realmente as pesquisas” (p. 101). Steiner (2011), afirma ainda que “a pós-graduação teve um papel importante no sentido de impulsionar a formação de nove mestres e doutores no país.” (p. 102). Ele ainda destaca o crescimento médio anual de 11,1% de artigos publicados em revistas indexadas e apresenta a consolidação da Astronomia brasileira com o sucesso do estabelecimento de três pilares, sendo eles a infraestrutura observacional, a implantação da pós-graduação e a contratação de profissionais (p. 103). Contudo, esta taxa de crescimento cai drasticamente ao analisar o período de 2000 a 2008, e um dos motivos foi, de acordo com Steiner, (2011) que “muitos estudantes deixaram de procurar a área da astronomia” (p. 103). Dentre as áreas de publicações apresentadas em Steiner (2009), no ano de 2008 apenas 4.3% do total foi sobre Astronomia Dinâmica (p. 49).

Para esclarecer as denominações, Steiner (2010) diz que “não há nenhuma diferença entre o chamado estudo da Astronomia Dinâmica que engloba a Mecânica Celeste dos matemáticos e a Astrodinâmica dos Engenheiros Espaciais”. De acordo com Jesus (2004) “Seu estudo permite o entendimento das leis físicas que governam fenômenos desde os fundamentos do Universo [...], trajetórias e órbitas de veículos espaciais [...] até a formação de detritos espaciais em torno do globo terrestre, tópico atual de singular interesse internacional.” (p. 47).

Por conta disto, este trabalho busca realizar um levantamento dos conhecimentos prévios requisitados pelo curso de pós-graduação em engenharia espacial, com enfoque em dinâmica orbital do INPE, de forma a viabilizar tal informação aos interessados e contribuir para a divulgação científica.

MATERIAL E MÉTODOS

O curso de pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE oferece algumas disciplinas obrigatórias. Contudo, a maior parte é eletiva e que deve ser direcionada de acordo com a linha de pesquisa e o enfoque de cada participante. Para diminuir a quantidade de dados analisados, será escolhida uma linha de pesquisa com enfoque específico, como ilustrado na Figura 1. Dessa forma, a etapa em questão se encarregará de ler, organizar e analisar somente à linha de Mecânica Orbital e suas respectivas disciplinas e conceitos, dados pela comissão de pós-graduação em documento.

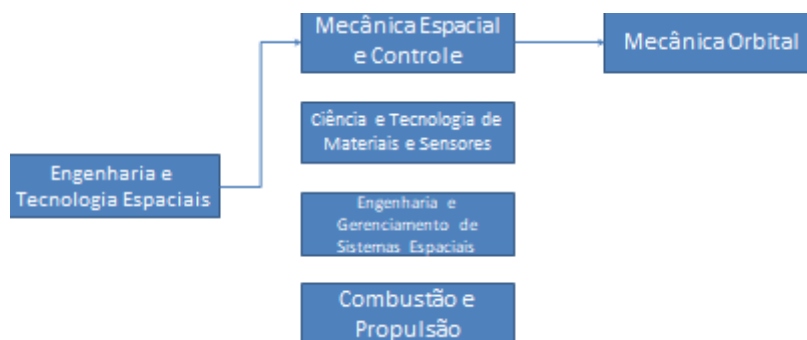


Figura 1. Organograma do curso de pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espacial, com linha de pesquisa Mecânica Espacial e Controle e enfoque em Mecânica Orbital do INPE. FONTE: elaborada pelos autores.

Partimos do pressuposto de que deve existir nos interessados em participar do curso, uma estrutura de cognição que possa fazer ligações com novos conteúdos e que a aprendizagem do novo conteúdo seja de fato eficaz. Ao abordar aprendizagem significativa, Moreira (2012) indica que “a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos” (p. 30). Esse conhecimento prévio adquirido pelo indivíduo Moreira (2012) o descreve como subsunção ou ideia-âncora.

Para obter os conhecimentos prévios da pós-graduação, é necessário antes explorar o que compõe sua estrutura curricular. Com isso, se faz necessária realizar pesquisa documental das bases e

definições do curso que, à visão de Severino (2007), “são ainda matéria-prima, a partir do qual o pesquisador vai desenvolver sua investigação e análise” (p. 123).

A pesquisa documental favorece, de acordo com Cellard (2008) para “constituir um corpus satisfatório, esgotar todas as pistas capazes de lhe fornecer informações interessantes” (p. 298). A etapa exploratória consiste em uma forma de preparar a realização da pesquisa explicativa. Como modalidade optamos a abordagem qualitativa por se tratar de uma busca para Severino (2007) aos fundamentos epistemológicos dos cursos.

O levantamento de dados será mediante leitura do Catálogo de Disciplinas do curso PG-ETE (INPE, 2020), organizando-os em quadros, buscando evidenciar categorias para a análise qualitativa, feita com complemento da Ementa do Curso (INPE, 2020). A análise qualitativa dos dados será por meio da leitura da ementa, que define com precisão os conceitos a serem trabalhados em cada disciplina. Com isso, esperamos evidenciar possíveis relações que auxiliem na categorização dos conhecimentos prévios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo são doze disciplinas sugeridas para a linha de pesquisa escolhida. São elas introdução à mecânica celeste (CMC-200-3), otimização em sistemas dinâmicos (CMC-204-4), satélites artificiais: constelações e detritos espaciais (CMC-214-4), mecânica celeste (CMC-300-4), satélites artificiais: movimento orbital (CMC-303-4), teoria das perturbações (CMC-305-4), otimização em sistemas dinâmicos (CMC-306-4), mecânica celeste (CMC-309-4), entrada planetária (CMC-314-4), tópicos especiais em dinâmica de órbita e atitude (CMC-400-2), entrada planetária (CMC-404-4) e órbitas periódicas e quase-periódicas no problema de três corpos (CMC-411-4), como apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 1. Disciplinas sugeridas para a linha de pesquisa Mecânica Orbital.

CMC-200-3	CMC-204-4
CMC-214-4	CMC-300-4
CMC-303-4	CMC-305-4
CMC-306-4	CMC-309-4
CMC-314-4	CMC-400-2
CMC-404-4	CMC-411-4

FONTE: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar a atenção prestada em Mecânica Celeste, que conta com três disciplinas (CMC-200-3; CMC-300-4; CMC-309-4), das quais derivam os conceitos a serem aplicados em assuntos específicos como Entrada Planetária (CMC-314-4; CMC-404-4), Satélites Artificiais em movimento, dentre outras. A Física e a Astronomia permeia todo o percurso formativo.

Outro enfoque é a capacitação em teorias matemáticas e computacionais, que auxiliem como ferramentas na aplicação e previsão da teoria.

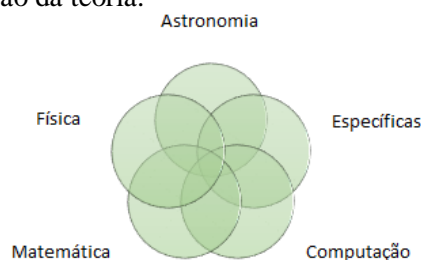


Figura 2. Diagrama de Venn das principais áreas abordadas no referido curso. FONTE: Elaborada pelos autores.

A organização descritiva das disciplinas foi realizada em forma de quadro, como no exemplificado em Quadro 2.

Quadro 2. Exemplo de organização descritiva das disciplinas de Mecânica Orbital

Disciplina	Código	Descrição	Principais tópicos
Introdução à Mecânica Celeste	CMC-307-3	A disciplina, apesar de ser uma introdução ao assunto, requer familiaridade com alguns tópicos, devido a seu aprofundamento em aplicações específicas. Buscando explicar o movimento de corpos celestes, é abordada a Gravitação Universal, Leis de Newton e Leis de Kepler de modo a auxiliar o entendimento de aplicações como Classificação de Órbitas, Transferências e Manobras Orbitais Básicas, Movimento Elíptico, Problema de Dois Corpos, Problema Reduzido de Três Corpos.	Leis de Newton; Conceito de campo central; Propriedades do campo de força central; Equações de movimento em campo central; Lei de áreas; Equação de Binet; Leis de Kepler; Lei da gravitação universal; Movimento no campo gravitacional; Classificação de órbitas; Manobras orbitais básicas. Transferência de Hohmann; Movimento elíptico; Problema de dois corpos; Problema reduzido de 3 corpos; Sistemas de coordenadas; Variação de coordenadas celestes; Precessão luni-solar; Mutações; Movimento do polo.

FONTE: Elaborado pelos autores.

Todavia, coletar e organizar os dados em quadros não esclarece os conhecimentos prévios. É necessário saber a essência dos conceitos que estão envolvidos em cada uma delas. Assim, se fez importante análise de conteúdo para categorizar e aferir sobre os requisitos necessários para cada disciplina do Quadro 1.

Foi confirmada a hipótese de quatro áreas majoritárias, sendo Física, Matemática, Astronomia e Computação. O aprofundamento em disciplinas específicas do curso não será realizado, pois a leitura fluante denotou que seu conhecimento prévio já está englobado nas outras disciplinas.

Ao tratar da categoria Física, a análise de conteúdo (BARDIN, 2011) nos revela subáreas, tais como mecânica clássica, teoria da gravitação universal, conceitos de termodinâmica e dinâmica de fluidos. Para a área da Matemática, foi recorrente o cálculo numérico, teoria dos máximos e mínimos da função, cálculo diferencial e integral, cálculo variacional, funções harmônicas, transformações canônicas, álgebra. Da Astronomia, podemos elencar coordenadas celestes, sistema de tempo universal, tempo sideral, movimento dos polos, tipos de órbitas, ressonâncias. Por fim, as subáreas da computação que apareceram foram modelagem computacional, cálculo numérico computacional, matemática computacional.

Fica evidente que o próprio curso retoma os tópicos necessários de forma a nivelar e aprofundar os cursistas. Dessa forma, os conhecimentos prévios requisitados são as próprias subáreas explicitadas pela ementa da pós-graduação, visto ser um curso de aprofundamento *stricto sensu*.

CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam que existem elementos de Física, Matemática, Computação e Astronomia, bem como quais partes delas serão abordadas no decorrer do curso, o que nos possibilita aferir sobre os conhecimentos prévios necessários e o grau de especialização destes. A pesquisa trouxe resultado satisfatório, visto que concede ao interessado meio de verificar se está apto a cursar e denota possíveis lacunas em sua formação inicial, contribuindo para seu acesso e permanência na pós-graduação.

AGRADECIMENTOS

A toda equipe do IFSP campus Birigui, que possibilita ao discente formação integral e apoio a pesquisa científica.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CELLARD, A. A Análise Documental. In: POUPART, J. et al. (Orgs.). A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos, p. 295-316. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- MOREIRA, M.A. ¿Al final qué es aprendizaje significativo? Revista Currículum, Espanha: La Laguna, n.25 p. 29-56, 2012. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96956>>. Acesso em 21 ago. 2021.
- INPE. Catálogo de Disciplinas do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais – Área de concentração em mecânica espacial e controle, São José dos Campos, 2020. Disponível em: < http://www.inpe.br/posgraduacao/ete/arquivos/CatalogoCMC_2020.pdf>. Acesso em 20 ago. 2021.
- JESUS, A.D. Curso de dinâmica orbital e controle – capítulo I: Fundamentos da mecânica celeste. Caderno de Física da UEFS, Feira de Santana, v. 3, n. 1, p. 47-59, 2004. Disponível em < http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol3n1/Delson_OK.pdf>. Acesso em 22 ago. 2021.
- SEVERINO, A.J. Metodologia do Trabalho Científico. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.
- STEINER, J.E. Astronomia no Brasil. Cienc. Cult., São Paulo, v. 61, n. 4, p. 45-48, 2009. Disponível em < http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252009000400015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 23 ago. 2021.
- STEINER, J.E.; SODRE, L.; DAMINELI, A.; OLIVEIRA, C.M. A pesquisa em astronomia no Brasil. Rev. USP [online]. n.89, p. 98-113, 2011. Disponível em: < http://rupp.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010399892011000200008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 23 ago. 2021.