

Formación para el desarrollo de vehículos espaciales: el primer paso en la conquista al espacio

Training for development of space vehicles: the first step to spaceo

Capacitação para o desenvolvimento de veículos espaciais: o primeiro passo na conquista do espaço

Paulo Santos Rigoli¹

RESUMEN

La formación del recurso humano es fundamental para invertir en el desarrollo de altas tecnologías. En el área espacial no hay diferencia, ya que se necesita personal calificado en áreas relacionadas con la investigación y desarrollo de vehículos espaciales. Así, este artículo propone una estructuración de cursos de posgrado en el Instituto Tecnológico de Aeronáutica, con el fin de atender la necesidad de mano de obra calificada y adecuada a los intereses del Programa Espacial Brasileño. Para sustentar la propuesta de este trabajo, se plantea, en un primer momento, la necesidad de integrar la docencia con la investigación y el desarrollo, con el fin de conseguir la adecuada formación de los recursos humanos en el ámbito espacial. El segundo enfoque de este trabajo es la necesidad de la formación dirigida a los cursos de posgrado, considerando la naturaleza compleja del tema. Por lo tanto, con base en los enfoques mencionados anteriormente, la tendencia es que se minimice la falta de personal calificado y se atiendan las demandas nacionales del sector espacial. Finalmente, este artículo no solo contribuiría al área espacial, sino que podría servir como referencia para cualquier área que involucre elementos de alta tecnología.

Palabras clave: capacitación; recursos humanos; desarrollo; vehículos espaciales.

ABSTRACT

The training of human resources is essential for investing in development of high technologies. In the space area, it isn't different, since there is a need for qualified personnel in areas related to the research and development of space vehicles. Thus, this article proposes a structuring of postgraduate courses at Instituto Tecnológico de Aeronáutica, in order to attend the need for qualified and suitable labor to the interests of the Brazilian Space Program. To support the proposal of this work, there is, at first, an approach on the need to integrate teaching with research and development, in order to get the suitable training of human resources regarding the space area. The second approach of this work is the need for the training addressed to postgraduate courses, considering the complex nature of the topic. Therefore, based on the approaches mentioned before, the tendency is that the lack of qualified personnel becomes minimized and the national demands of the space sector are attended. Finally, this article would not only contribute to the space area, but it could serve as a reference for any area that involves high-tech items.

Keywords: training; human resources; development; space vehicles.

I. Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) – São José dos Campos/SP – Brasil. Máster en Ciencias y Tecnologías Espaciales por la Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Email: paulopsr@fab.mil.br

Recibido: 17/08/2022

Aceptado: 23/10/2022

Las siglas y abreviaturas contenidas en el artículo corresponden a las del texto original en lengua portuguesa.

RESUMO

A capacitação de recursos humanos é essencial quando se pretende investir no desenvolvimento de tecnologias de ponta. Na área espacial não é diferente, visto que há a necessidade de pessoal extremamente qualificado em áreas relacionadas com a pesquisa e o desenvolvimento de veículos espaciais. Sob esse aspecto, este artigo propõe a estruturação de cursos de pós-graduação no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, com o intuito de atender a necessidade latente quanto à mão de obra qualificada e adequada aos interesses do Programa Espacial Brasileiro. Para suportar a proposta deste trabalho, há, primeiramente, uma abordagem sobre a necessidade da integração do ensino com pesquisa e desenvolvimento, vislumbrando a capacitação adequada de recursos humanos para a área espacial. A segunda abordagem se traduz na necessidade de que a capacitação abordada na primeira análise seja de pós-graduação, dada a natureza complexa do tema. Assim, baseando-se nas abordagens apresentadas, a tendência é que a carência de pessoal qualificado seja minimizada e as demandas nacionais do setor espacial atingidas. Por fim, o presente artigo contribuiria não somente com a área espacial, mas poderia servir de referência para qualquer área que envolva itens com complexidade tecnológica.

Palavras-chave: capacitação; recursos humanos; desenvolvimento; veículos espaciais.

1 INTRODUCCIÓN

La historia del Programa Espacial Brasileño- PEB está directamente relacionada a la del *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*- INPE y del *Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial*- DCTA, del cual hace parte el Instituto de Aeronáutica e Espaço- IAE (SILVA, 2012). El IAE tiene la finalidad de realizar investigaciones y actuar en el desarrollo y en la gestión de proyectos aeroespaciales. Entre ellos, se destaca el proyecto estratégico del Vehículo Lanzador de Microsatélites, el VLM-1.

No obstante, cabe destacar que actualmente hay también una demanda creciente de lanzamientos de nanosatélites. Estos, a su vez, podrían ser lanzados por medio de adaptaciones de vehículos nacionales consagrados, como el vehículo de sondeo con dos etapas a propulente sólido VSB-30 (VILLAS BÔAS, 2020). Ese vehículo fue desarrollado en colaboración con el Centro Espacial Alemán- DLR y, actualmente, posee más de 30 lanzamientos con éxito en los centros de lanzamiento de *Alcântara* en *Maranhão*, en *Esrange* en Suecia, en *Andoya* en Noruega y en *Woomera* en Australia. el VSB-30 es, incluso, el único producto espacial certificado, certificación concedida por el *Instituto de Fomento e Coordenação Industrial*- IFI, según Brasil (2022a).

Dado que hay la necesidad de conocimientos específicos y de alto grado de complejidad para estar apto y trabajar con Investigación y Desarrollo - P&D de vehículos complejos como el VLM-1, se nota, así como destacado por Amaral (2011), la fundamental importancia en la inversión y en la producción de recursos humanos extremadamente cualificados, en las diversas áreas de conocimiento de un vehículo espacial. Entre esas áreas, se puede mencionar: gestión de proyectos, ingeniería de sistemas, aerodinámica, propulsión, electrónica embarcada, química de los materiales, procesos mecánicos e ingeniería de *software*.

Para atender la demanda de mano de obra cualificada en el área espacial, como en las áreas mencionadas anteriormente, hay la necesidad fundamental de que haya planeamiento y ejecución de concursos públicos periódicos, lo que, a su vez, en el DCTA, no ocurre desde 2014, año del último concurso público con 241 puestos para admisión de mano de obra especializada (BRASIL, 2013). Se nota entonces la necesidad creciente y latente por profesionales especialistas para rellenar las lagunas en el sector espacial. Adicionalmente, buena parte de los profesionales que entran vía concursos públicos a trabajar como especialistas no poseen conocimiento y experiencia en áreas tan específicas, visto que no hay demanda significativa por profesionales de ese porte en el mercado que justifique una cantidad más elevada de cursos de posgrado en instituciones nacionales.

De esa forma, en este artículo se considera que la estructuración de cursos de posgrado en el *Instituto Tecnológico de Aeronáutica* – ITA, en los niveles *lato* y *stricto sensu*, con las categorías de especialización, maestría y doctorado es necesaria para el perfeccionamiento del Programa Espacial Brasileño. Programa que es capitaneado por la Fuerza Aérea Brasileña- FAB y por la Agencia Espacial Brasileña- AEB.

El acceso al espacio es fundamental para el desarrollo del estado brasileño, conforme describe el Programa Nacional de Actividades Espaciales- PNAE para el periodo de 2022 a 2031, según la Agencia Espacial Brasileña (2022) y también lo es a la FAB, con base en el Plan Estratégico Militar de la Aeronáutica para el período de 2018 a 2027, en el cual consta, como uno de los objetivos estratégicos, la necesidad de intensificar la investigación y el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el campo aeroespacial, que se verifica en la imagen del VLM como proyecto estratégico (BRASIL, 2018).

Con el objetivo de fundamentar la tesis de este artículo, serán abordados dos argumentos primordiales. Visando atender las demandas del PEB, el primer aspecto aborda la adecuada preparación de recursos humanos especializados, por medio de cursos en el ITA, con enfoque en la actividad-fin, el desarrollo de vehículos espaciales. El aspecto siguiente se basará en la importancia de la enseñanza

superior de posgrado como herramienta necesaria para la producción de masa crítica de personal cualificado en áreas de enseñanza complejas, como las ingenierías relacionadas al lanzamiento de cohetes.

Al final de este artículo, será posible discernir sobre la necesidad de formación de recursos humanos direccionada a P&D de vehículos espaciales, lo que demanda alta cualificación en áreas específicas, buscando así la tan anhelada “conquista del espacio”.

Se destaca que la propuesta pauta de este texto, la estructuración de cursos de posgrado, necesariamente, y con enfoque en la actividad-fin, el desarrollo de vectores espaciales, será válida para la categoría de los servidores, que integran el cuerpo de profesionales cualificados por medio de concursos públicos y para la categoría de los militares de la plantilla de oficiales ingenieros graduados por ITA o por el Centro de Instrucción y Adaptación de la Aeronáutica– CIAAR.

Esa mezcla de categorías de profesionales, civiles y militares, fue el escopo de la construcción del DCTA, y así continúa siendo, para la formación y mantenimiento de la fuerza de trabajo especializada, en áreas de tecnología de vanguardia. Su empeño y método para la creación del polo científico y tecnológico en *São José dos Campos* en el estado de São Paulo fue planeado, diseñado y ejecutado por el visionario de la historia del ITA, el Mariscal del Aire Casimiro Montenegro Filho (SILVA; FISCHETTI, 2006).

2 LA FORMACIÓN Y EL PROGRAMA ESPACIAL BRASILEÑO

De manera general, Veloso (2017) presentó el concepto de capital intelectual y demostró el diferencial que la inversión en ese activo representa para las organizaciones modernas que son afectadas por las rápidas y constantes evoluciones tecnológicas. De esa forma, la formación RR.HH. moldea el patrimonio intelectual para la competitividad de una empresa, o para el diferencial de organizaciones que trabajan con innovaciones tecnológicas.

La formación en este documento se fundamenta en las necesidades nacionales vinculadas a las actividades espaciales, así como Moreira y Velho (2009, p. 263) explicitan sobre el INPE que “Desde el principio, el instituto persiguió los objetivos de interacción con la realidad nacional, alianza de investigación y enseñanza, y formación de recursos humanos para actuar en actividades espaciales que, si no completas, son sobre todo brasileñas”.

No obstante, cabe destacar que la inversión en capital intelectual sale al encuentro de una respuesta al accidente fatal ocurrido el día 22 de agosto de 2003, cuando de la ignición intempestiva del VLS-1, el Vehículo Lanzador

de Satélite, en el Centro de Lanzamiento de *Alcântara-CLA*, con la pérdida de 21 profesionales cualificados y expertos (BASE..., 2022). La sociedad brasileña carece de una respuesta a la altura del Estado y, así, el PEB intenta perseguir la trayectoria de evolución y vislumbra el lanzamiento del VLM-1.

En ese contexto, serán presentados dos argumentos visando defender la propuesta de este artículo en estructurar en el ITA cursos de posgrado direccionados a los objetivos del PEB, en lo que se refiere a los lanzamientos de cohetes suborbitales y lanzadores de micro y nanosatélites.

2.1 Preparación de recursos humanos con enfoque en el desarrollo de vehículos espaciales

De acuerdo con Gill et al. (2008), la educación espacial puede ser fornecida internamente a una organización, como una agencia o una empresa, o realizada por medio del envío de profesionales individuales a programas y cursos de corta duración como especialización, eso motivado por el hecho del sector espacial exigir, recientemente, cada vez más gestores, ingenieros y científicos con una amplia visión general de la arena espacial, una visión de sistema y un instinto de negocios capaz de trabajar en un ambiente multidisciplinar y multicultural.

El aprendizaje basado en problemas es una tendencia actual y representa una metodología de enseñanza difundida en asignaturas, en las cuales los alumnos deben aprender a aplicar el conocimiento, no solo adquirirlo. Esa metodología es una realidad en diversas instituciones de enseñanza por el mundo. *El Massachusetts Institute of Technology - MIT* es un ejemplo. Además, esa perspectiva tiende a reforzar el punto de vista de la necesidad de profesionales, en el área de desarrollo de vehículos espaciales, con conocimientos multidisciplinarios (BRODEUR; YOUNG; BLAIR, 2002). Y, para ese caso, La opción de cursos de especialización por el ITA, con duración de 12 a 18 meses, atenderá las áreas que necesitan de conocimientos amplios en diversos ámbitos sin mucha profundización de contenido, como gestión de proyectos, además de proporcionar una nivelación de conocimiento más superficial en todos los campos.

Desde la década de 1970, el ITA, con el apoyo del IAE, forma expertos en el área de defensa por medio del *Curso de Especialização em Engenharia de Armamento Aéreo– CEEAA*, que posee la tarea principal de nivelar y proporcionar conocimiento completo en todas las áreas necesarias al desarrollo de ítems de defensa. Ese curso, a su vez, puede ser el modelo para la implantación de un análogo en el área espacial enfocada en el desarrollo de vehículos suborbitales y orbitales.

Por otro lado, los cursos de maestría y doctorado son apropiados a los casos en los cuales hay la necesidad de conocimientos específicos y profundos en determinadas áreas de interés del sector aeroespacial. La preparación de RR.HH. a la profundización en las áreas de tecnología de vanguardia hace honor a otro abordaje.

Desde la década de 1960, el INPE decidió invertir en la preparación de recursos humanos capacitados para actuación en P&D en el área espacial, más específicamente en satélites, con la motivación proveniente de la falta de mano de obra cualificada. Surgió, entonces, el programa de posgrado del INPE, el cual estableció una relación íntima entre P&D y enseñanza. Esa alianza se ha concretizado con éxito, pues el modelo evaluado en entrenar los investigadores del propio Instituto, como profesores para los futuros profesionales, se mostró eficaz cuanto a la formación del profesional adecuado a las demandas del Instituto, visto que fue verificado un aumento en el número de maestros y doctores y una elevación en la cantidad de las publicaciones científicas hasta 2005 (MOREIRA; VELHO, 2009).

Anteriormente, Bastos (1981) presentó resultado semejante cuando demostró, por medio de una metodología de evaluación de un programa de formación de RR.HH. en enfermería para la zona rural baiana, que la integración de los servicios de sanidad y de la educación fue fundamental para la creación de un núcleo de formación personal capacitado en el área de enfermería. Así, el resultado fue la mejora en la cualificación de la mano de obra prestadora de servicios de salud, además de ter presentado un resultado positivo cuanto a la estructuración organizacional en los servicios de enfermería.

En relación a los cursos de mayor profundización en conocimientos específicos, maestrías y doctorados, cabrá al ITA hacer uso de metodologías análogas o similares a la estructuración de cursos en el área espacial con enfoque en P&D de vehículos espaciales. O sea, conocer y evaluar la organización o instituto que tiene por misión el desarrollo de esos vehículos para mapear las necesidades puntuales. No es una tarea simple, pero se ha mostrado eficaz. Para tanto, el ITA deberá apoyarse en profesores colaboradores del IAE en la implantación de los cursos y en la ministración de clases, lo que ya es una realidad en otras áreas, incluso vinculadas al Programa de Ciencias y Tecnologías Espaciales.

Vale destacar que el ITA no presenta, en su plan de asignaturas ofrecidas en cursos de posgrado, conforme el Brasil (2022b), contenidos que contribuyan de manera completa al desarrollo de vehículos espaciales. En ese mismo contexto, se destaca que el INPE tampoco presenta, en su plan de asignaturas ofrecidas, subsidio técnico visando el desarrollo de vehículos espaciales, incluso porque no es el escopo de este instituto, pues su enfoque es el desarrollo de satélites, conforme constatado por Moreira y Velho (2009).

Para ejemplificar de forma más específica, hay en el ITA asignaturas ofrecidas a alumnos de posgrado, que vislumbran la base conceptual en lo que se refiere al desarrollo de vehículos espaciales, pero no hay contenidos más profundizados y específicos, como, por ejemplo, aerodinámica aplicada a vehículos espaciales, propulsión híbrida y líquida para acceso al espacio, además de análisis estructural, control y proyecto aplicados a vehículos espaciales, entre otras necesidades.

2.2 Enseñanza superior de posgrado como herramienta esencial a la formación de expertos en el área espacial

La enseñanza superior en Brasil puede ser considerada reciente, visto que comienza en el siglo XIX; consecuentemente, el posgrado es sobre todo más reciente. Así, la cultura de investigación que visa a la producción de conocimiento científico solo fue arraigada en las universidades brasileñas después de la década de 1970. Sin embargo, el posgrado nacional es una realidad en los días de hoy con diversos programas apoyados por políticas públicas, tales como CAPES y CNPq. Con base en la historia reciente de la educación brasileña, el posgrado se convirtió en factor esencial al desarrollo de la ciencia y, mayoritariamente, con los cursos *stricto sensu* (MOROSINI, 2009).

El posgrado en Brasil se estableció fundamentado en básicamente tres directrices: destacar la formación de cuerpo docente para el atendimento de la evolución de la enseñanza superior en cantidad y calidad; motivar el crecimiento de la investigación científica por medio de la formación de investigadores; y garantizar a los profesionales técnico-intelectuales la preparación adecuada y del más alto nivel, con el intuito de satisfacer las demandas nacionales de desarrollo en todos los sectores. Se incitó, desde entonces, la formación de RR.HH. con capacidad de crear nuevas técnicas y procesos productivos. Consecuentemente, se instaló en el país la urgencia en la ampliación de cursos de posgrado con la finalidad de producir la anhelada mano de obra altamente cualificada. Específicamente para el caso en discusión en este documento, con la misma motivación general y reforzada por la creación y evolución del Programa Espacial Brasileño, hubo una diseminación de universidades brasileñas ofreciendo cursos de posgrado relacionados a las ciencias espaciales (MOREIRA; VELHO, 2012).

Con el calentamiento de las actividades espaciales a partir de la década de 1970, vino la creación del CLA en el estado de *Maranhão*, localizado en la considerada mejor región para lanzamientos del mundo, por la posición privilegiada próxima a la Línea del Ecuador (CASTRO,

2007), lo que garantiza mayor seguridad, precisión y economía en los lanzamientos de cohetes, de acuerdo con la percepción de Romão (2011). Ese crecimiento determinó el interés en preparar mano de obra altamente calificada, visando atender los lanzamientos de cohetes espaciales. Así, en las últimas décadas, el Sistema Nacional de Posgrado fue creado y contribuyó profundamente para la modernización de la enseñanza superior (SOARES *et al.*, 2002).

Cabe destacar que la formación de profesionales extremadamente calificados en áreas complejas, como el área espacial en pauta en este documento, depende básicamente de cursos de especialización, maestría y doctorado, conforme constatado por Velloso (2004).

Así siendo, se infiere que, para el desarrollo de vehículos espaciales, es esencial el establecimiento de programas de posgrado que estimulen el perfeccionamiento de investigadores ingenieros. Por lo tanto, la ampliación de la disponibilidad de asignaturas de posgrado está en consonancia a esa necesidad. De esa forma, sería interesante al ITA buscar colaboraciones público-privadas con el objetivo de apoyar sus programas o absorber los nuevos profesionales, así como fue realizado con éxito en el área aeronáutica con el advenimiento de la Embraer.

No fuese importante o lucrativo en términos de independencia tecnológica, los EE.UU. no habrían invertido tanto, a lo largo de su historia reciente, en el desarrollo y en la recuperación de vehículos espaciales, ni habrían creado la Fuerza Espacial Americana. El resultado fue la existencia de diversas empresas detentoras de *know-how* tecnológico aeroespacial, las cuales vislumbran proporcionar, inclusive, el turismo espacial (ORLANDO, 2021).

3 CONCLUSIÓN

De manera simplificada, fue abordado, en un primer plan, que la formación de recursos humanos altamente calificados para trabajar en áreas de complejidad reconocida, como el área espacial, más

específicamente el desarrollo de vehículos espaciales, tiene su éxito directamente relacionado a la existencia de un vínculo de la institución de enseñanza con la organización desarrolladora.

Buscando complementar el objetivo de la formación en el área espacial construido en el primer abordaje, se hizo necesario el segundo abordaje, con base en la siguiente pregunta sobre la enseñanza en sí: ¿por qué habría la necesidad de cursos de posgrado para la preparación adecuada de recursos humanos al objeto de deseo discutido en este documento, a saber, el desarrollo de vehículos espaciales? La respuesta a esa pregunta vino por medio de la propia historia del Programa Espacial Brasileño: no hay desarrollo sin formación. Por lo tanto, por la necesidad de conocimientos específicos en áreas complejas, solamente hay la posibilidad de preparar profesionales calificados para el desarrollo de los vehículos suborbitales y orbitales partiendo de graduados en áreas de tecnología de vanguardia, como las diversas ingenierías. No hay como contornar esa trayectoria para que la “conquista del espacio” se convierta en una realidad.

Por consiguiente, a partir del modelo presentado y argumentado en este documento, sería de gran valor al Programa Espacial Brasileño que el Instituto Tecnológico de Aeronáutica, relacionando la experticia de desarrolladores a la enseñanza, estructure cursos que sean de posgrado con la finalidad de proporcionar la formación especializada y necesaria a las demandas espaciales. De esa manera, el cierre de la propuesta mitigaría la carencia de personal calificado y atendería a los proyectos estratégicos definidos por la Fuerza Aérea Brasileira.

Por fin, la contribución de este trabajo no afecta solamente el área espacial, sino puede servir de modelo o de referencia a cualquier área de conocimiento que envuelva necesidades semejantes cuanto al desarrollo y/ o aplicación de ítems con tecnología de vanguardia, como en el área de defensa y en la nuclear, por ejemplo.

REFERENCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Programa Espacial Brasileiro. Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)**. Brasília, 2022. Disponível em: www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/politica-organizacaoes-programa-e-projetos/programa-nacional-de-atividades-espaciais. Acesso em: 21 set. 2022.

AMARAL, R. Programa espacial brasileiro: impasses e alternativas. **Revista Comunicação & Política**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 111-135, dez. 2011.

BASE de Alcântara: maior acidente da história do Programa Espacial Brasileiro completa 19 anos. **O Globo**. São Luis, 23 ago. 2022. Portal G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2022/08/23/major-acidente-da-historia-do-programa-espacial-brasileiro-completa-19-anos.ghtml>. Acesso em: 27 set. 2022.

BASTOS, V. L. S. Avaliação de um programa de capacitação de recursos humanos em enfermagem para a zona rural. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 34, p. 260-268, 1981.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Aeronáutica e Espaço. Projetos desenvolvidos. **Veículo de sondagem VSB-30**. São José dos Campos, 2022a. Disponível em: www.iae.cta.br. Acesso em: 21 set. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Ensino de pós-graduação. **Disciplinas oferecidas**. São José dos Campos, 2022b. Disponível em: www.ita.br/posgrad/disciplinas. Acesso em: 21 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria nº2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PCA-11). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 222, 20 dez. 2018.

BRASIL. Decreto Nº 7.912, de 7 de fevereiro de 2013. Promulga o Acordo sobre Cooperação Técnica no Domínio Militar entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República de Cabo Verde, firmado em Praia, em 21 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 fev. 2013. Seção 1, p.1.

BRODEUR, D. R.; YOUNG, P. W.; BLAIR, K. B. Problem-Based Learning in Aerospace Engineering Education. In: American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2002, Montreal. **Proceedings** [...]. Montreal: ASEE, 2002. p. 1-8. Disponível em: <https://peer.asee.org/10974>. Acesso em: 28 abr. 2021.

CASTRO, M. J. S. **Montagem de veículos lançadores de satélites de médio e grande porte**: um estudo dos meios de solo na fase final de integração. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, 2007.

GILL, E. et al. Integrated Post-graduate Space Education and Training. In: International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI), 2008, Madrid. **Anais** [...]. Madrid: IATED publications, 2008. p. 1-7. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ferdi-De-Bruijn/publication/229016794_Integrated_Post-graduate_Space_Education_and_Training/links/02bfe511363c6e695d000000/Integrated-Post-graduate-Space-Education-and-Training.pdf. Acesso em: 29 abr. 2021.

MOREIRA, M. L.; VELHO, L. Pós-graduação no INPE: a aliança pesquisa-desenvolvimento e ensino. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 136, p. 243-268, abr. 2009.

MOREIRA, M. L.; VELHO, L. Trajetória de egressos da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: uma ferramenta para avaliação. **Avaliação** (Campinas), Sorocaba, v. 17, n. 1, p. 255-288, mar. 2012.

MOROSINI, M. C. A pós-graduação no Brasil: formação e desafios. **Revista Argentina de Educación Superior**, Buenos Aires, v. 1, n. 1, p.125-152, nov. 2009.

ORLANDO, G. Entenda por que países investem bilhões em programas espaciais: no mundo todo, 35 nações têm agências para lançar missões que cruzam a atmosfera levando astronautas e satélites. **Portal R7 da Rede Record**, São Paulo, 13 mar. 2021. Disponível em: <https://noticias.r7.com/internacional/entenda-por-que-paises-investem-bilhoes-em-programas-espaciais-13032021>. Acesso em: 28 mai. 2021.

ROMÃO, B. S. et al. A formação territorial do Maranhão, transformações espaciais e territoriais da implantação do Centro Espacial de Alcântara. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina, 13. 2011, Costa Rica. **Anais** [...]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2011. p. 1-16. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820203.pdf>. Acesso em: 2 mai. 2021.

SILVA, M. F. **Rumo a uma Nova Estratégia Espacial para o Brasil**. 1. ed. Brasília: Thesaurus. 2012. 332p.

SILVA, O.; Fischetti, D. **Casimiro Montenegro Filho**: a trajetória de um visionário vida e obra do criador do ITA. 1. ed. São Paulo: Bizz Editorial. 2006. 242p.

SOARES, M. S. A. et al. **Educação Superior no Brasil**. 1. ed. Brasília: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. 2002. 304p.

VELLOSO, J. Mestres e doutores no país: destinos profissionais e políticas de pós-graduação. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 34, n. 123, p. 583-611, dez. 2004.

VELOSO, C. C. Capital intelectual: a gestão do conhecimento na produção da competitividade das organizações modernas. **Revista das Faculdades Integradas Vianna Júnior**, Juiz de Fora, v. 8, n. 2, p. 126-151, dez. 2017.

VILLAS BÔAS, D. J. F. **Desenvolvimento de lançadores de pequenos satélites para o Programa Espacial Brasileiro**. 2020. Tese (Doutorado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, 2020.