

Ingeniería Aeroespacial en la UNC: actualización de una carrera madura

Sergio Elaskar^{1,2}, Guillermo Cid¹ y Walkiria Schulz¹

¹Departamento de Ingeniería Aeroespacial, FCEFyN, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

²Instituto de Estudios Avanzados en Ingeniería y Tecnología (IDIT), CONICET-UNC, Argentina

e-mails: selaskar@unc.edu.ar - wschulz@unc.edu.ar - guillermo.cid@unc.edu.ar

Resumen— La necesidad de reflejar en la designación de la carrera de Ingeniería Aeronáutica, asignaturas donde se incluyen contenidos que hacen a los conocimientos requeridos por los profesionales que deseen dedicarse a la investigación y al desarrollo tecnológico espacial, motivó la solicitud del Consejo Departamental de cambiar el nombre de la carrera a Ingeniería Aeroespacial. Se han incluido en los últimos años dentro del Programa de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica materias que hacen a los saberes propios de las actividades espaciales, tales como las asignaturas de Sistemas Espaciales, Dinámica de Vehículos Espaciales, Dinámica de los Gases 1 y 2, como así también contenidos en las asignaturas de Mecánica del Vuelo y Mecánica de los Fluidos Computacional que permiten ampliar los conocimientos de los futuros egresados al ámbito espacial. Así mismo los autores consideran que se hace necesario reforzar las bases y dar el carácter adecuado a los conocimientos adquiridos para articular la formación recibida por los futuros ingenieros con la posibilidad de continuar sus estudios de perfeccionamiento en maestrías y doctorados cuyos alcances se encuentran directamente ligados con el ámbito espacial. En este trabajo se describe el proceso de red denominación de la carrera de Ingeniería Aeronáutica/Aeroespacial, sus motivaciones, justificativas y consecuencias esperadas.

Palabras clave— Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería Aeronáutica, grado, posgrado.

Abstract— The need to reflect in the designation of the Aeronautical Engineering degree, subjects that include content relevant to the knowledge required by professionals who wish to dedicate themselves to research and space technological development, prompted the request from the Departmental Council to change the name of the degree to Aerospace Engineering. In recent years, subjects related to space activities have been included in the Aeronautical Engineering curriculum, such as Space Systems, Space Vehicle Dynamics, Gas Dynamics 1 and 2, as well as content in Flight Mechanics and Computational Fluid Mechanics, which allow for the expansion of knowledge of future graduates in the space field. Likewise, the authors consider that it is necessary to reinforce the foundations and give the appropriate character to the acquired knowledge in order to link the education received by future engineers with the possibility of pursuing further studies in master's and doctoral programs directly related to the space domain. This paper describes the process of renaming the Aeronautical/Aerospace Engineering degree, its motivations, justifications, and expected consequences.

Keywords— Aerospace Engineering, Aeronautical Engineering, college degree, postgraduate degree.

INTRODUCCIÓN

La creación de la Fábrica Nacional de Aviones fue un paso fundamental en el desarrollo de la industria aeronáutica en el país. La misma comenzó a funcionar el 10 de octubre de 1927 en las cercanías de la ciudad de Córdoba. Desde 1931 se comenzaron a diseñar y construir aviones nacionales, entre los que se destacan los Pulqui I y II (1947 y 1950, respectivamente), el IA 58 Pucará (fines de los 60) y el IA 63 Pampa (1984) [1]. En sus primeros años, los pocos ingenieros aeronáuticos residentes en Argentina estaban formados en universidades extranjeras, en su mayoría de Francia. Para remediar esta situación, el 5 de abril de 1934 se crea en la FCEFyN la “Escuela de Ingeniero Electro Mecánico y Aeronauta” con un plan de estudios de cinco

años [2]. Se destaca que la Escuela que se creó en ese momento para el estudio de la ciencia del vuelo fue la primera en su género en Latinoamérica [2]. Desde entonces el Plan de Estudios ha tenido modificaciones con la finalidad de adaptarse a las exigencias de una disciplina que evoluciona constantemente.

En la década de los 60, con la creación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), se genera un fuerte impulso para el desarrollo de la Ingeniería Espacial [1]. En 1991, se creó la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), que desde el 26 de enero de 2016 está bajo la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva a través del Decreto 242/2016 [3]. Es decir, el país cuenta con más de medio siglo de historia en aplicaciones de Ingeniería Espacial, muchas de las cuales

[□]Walkiria Schulz, Av. Vélez Sarsfield, 1611 – Depto. Aeronáutica FCEFyN-UNC - Ciudad Universitaria, X5016CGA. wschulz@unc.edu.ar.

han sido y continúan siendo desarrolladas por ingenieros aeronáuticos egresados de nuestra Universidad.

En la reunión del 12 de febrero de 2020, el Consejo del Departamento de Aeronáutica de la FCEFyN de la UNC votó afirmativamente cambiar el nombre de la carrera de Ingeniería Aeronáutica por el de Ingeniería Aeroespacial. Actualmente la carrera de Ingeniería Aeronáutica está acreditada por medio de la Resolución CONEAU N° 177 del 10 de abril de 2013 y participa del proceso de acreditación iniciado en el 2023. Consideramos que este es el momento adecuado para actualizar el título otorgado por la FCEFyN-UNC.

Existen justificaciones válidas para modificar el nombre de la carrera de Ingeniería Aeronáutica a Ingeniería Aeroespacial. Se presentan a continuación las más relevantes:

- Evolución tecnológica: a nivel internacional la industria aeroespacial ha experimentado una evolución en los últimos años, abarcando no solo la aviación, sino también la exploración espacial, los satélites, los vehículos espaciales y otros campos relacionados. El término "aeroespacial" engloba de manera más amplia todas estas áreas, reflejando mejor la diversidad y el alcance de la disciplina.
- Interconexión de sectores: la ingeniería aeroespacial no se limita únicamente a la aviación. Actualmente existe una interconexión creciente entre la aviación, la astronáutica y la ciencia de cohetes. La denominación "Ingeniería Aeroespacial" refleja esta convergencia y promueve una perspectiva integrada que abarca tanto el vuelo atmosférico como el espacial.
- Avances en exploración espacial: la exploración del espacio se ha convertido en una parte fundamental de la ingeniería aeroespacial. Las misiones espaciales, tanto tripuladas como no tripuladas, han alcanzado logros significativos en la investigación, la observación de la Tierra, la comunicación y la comprensión del universo. El cambio de nombre resalta la importancia de esta faceta y su integración con la aviación.
- Ampliación de oportunidades laborales: la modificación del nombre de la carrera ampliará las oportunidades laborales para los graduados en Ingeniería Aeroespacial. La industria aeroespacial no se limita únicamente a la fabricación y el diseño de aviones, sino que también abarca áreas como el desarrollo de satélites, la gestión del tráfico aéreo, la propulsión espacial, la investigación y el desarrollo de nuevos materiales, entre otros. El nuevo nombre podrá reflejar de manera más precisa

la versatilidad y amplitud de las áreas en las que los ingenieros aeroespaciales pueden desempeñarse.

- Internacionalización y armonización: a nivel internacional, el término ingeniería aeroespacial es ampliamente utilizado para referirse a la disciplina que combina la aviación y la astronáutica. Al adoptar este nombre, se facilitará la comunicación y el reconocimiento de los títulos y habilidades de los ingenieros en el campo a nivel global, promoviendo la movilidad profesional y la armonización de los estándares educativos.

Estas justificaciones apuntan a reflejar la naturaleza cambiante de la disciplina y su integración con diferentes aspectos de la aviación y la exploración espacial. El cambio de nombre permitirá una mejor adaptación a los avances tecnológicos y abrirá nuevas oportunidades para los profesionales en el campo de la ingeniería aeroespacial.

En este artículo se describen los antecedentes más relevantes por los cuales se considera que la FCEFyN de la UNC posee la capacidad de formar ingenieros aeroespaciales idóneos científica y tecnológicamente, y por lo tanto la pertinencia de la evolución de la carrera de Ingeniería Aeronáutica hacia la de Ingeniería Aeroespacial.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En el ámbito universitario, la realización de proyectos de investigación y desarrollo es uno de los pilares fundamentales para incrementar el perfeccionamiento de los docentes-investigadores y para la formación de recursos humanos altamente calificados con la finalidad de hacer frente a los desafíos tecnológicos y científicos en un ambiente muy competitivo y con elevados estándares de calidad como es el de la ingeniería aeroespacial.

Desde hace años los docentes-investigadores de la FCEFyN vienen llevando a cabo actividades de investigación científica y tecnológica en el área de la Ingeniería Aeroespacial financiadas por distintas entidades del sistema científico argentino. Entre ellos vale destacar los proyectos de investigación con financiamiento externo de los últimos diez años que se detallan:

- Desarrollo de tecnologías de sistemas miniaturizados para soportar altas aceleraciones con aplicaciones aeroespaciales (ETASAT-IE-2014). Año 2014.
- Evaluación de los riesgos asociados al impacto de partículas con hipervelocidad sobre nanosatélites (SECyT-UNC). Años 2014-2015.
- Aeróstato estratosférico solar, análisis de concepto y factibilidad técnica (SECyT-UNC). Años 2014-2015.

- Desarrollo y aplicación de estudios teóricos, numéricos y códigos computacionales en dinámica de gases para Ingeniería Aeroespacial (SECyT-UNC). Años 2014-2015.
- Desarrollo y aplicación de herramientas teóricas, numéricas y códigos computacionales en dinámica de gases para Ingeniería Aeronáutica (Secretaría de Ciencia y Tecnología, Provincia de Córdoba). Años 2014-2016.
- Estudio teórico-numérico de flujos astrofísicos compresibles y su comparación con observaciones (CONICET-PIP). Años 2014-2017.
- Desarrollo y caracterización de un sistema híbrido de propulsión espacial por plasma de bajo consumo eléctrico (Ministerio de Ciencia y Tecnología de España). Años 2014-2018.
- Desarrollo y aplicación de herramientas teóricas, numéricas y códigos computacionales en dinámica de gases para Ingeniería Aeronáutica (Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba). Años 2015-2016.
- Desarrollo e implementación de estudios numéricos, teóricos y tecnologías para lanzamiento, operación en órbita y reingreso de nano-satélites (PRIMAR, SECyT-UNC). Años 2015-2016.
- Estudios numéricos y teóricos para lanzamiento, operación en órbita y reingreso de un satélite para observación solar (Universidad Nacional de Córdoba). Años 2015-2016.
- Microsatélite mu-SAT3. Análisis térmico con métodos de parámetros concentrados (Dirección General de Investigación y Desarrollo, DGID FAA - FAS 1400). Años 2015-2017.
- Desarrollo de tecnologías de sistemas miniaturizados para soportar altas aceleraciones con aplicaciones aeroespaciales (ETASAT-IE-2016). Año 2016.
- Estudio de impactos de partículas con hipervelocidad sobre satélites en situaciones de reingreso (SECyT-UNC). Años 2016-2017.
- SIMUSYS 6DoF, Sistema de simulación y herramientas computacionales para el análisis de dinámica del vuelo de vehículos aeroespaciales (SECyT-UNC). Años 2016-2017.
- Desarrollo y aplicación de estudios teóricos, numéricos y códigos computacionales en dinámica de gases e intermitencia caótica (Universidad Nacional de Córdoba). Años 2016-2017.
- Estudio de ondas de choque en la atmósfera solar: simulaciones numéricas y su comparación con observaciones (SECyT-UNC). Años 2016-2018.
- Análisis de configuración y prediseño estructural y aerodinámico de sondas navegables en atmósferas no terrestres (SECyT-UNC). Años 2018-2019.
- Resiliencia en misiones aeroespaciales: desarrollo de herramientas numéricas para su mejoramiento (SECyT-UNC). Años 2018-2022.
- Desarrollo y aplicación de estudios teóricos, numéricos, experimentales y códigos computacionales en mecánica de fluidos e intermitencia caótica (SECyT-UNC). Años 2018-2022.
- Análisis comparativo de diseño de prototipo para vuelo terrestre, equiparable a sondas navegables en atmósferas no terrestres (SECyT-UNC). Años 2020- 2021.
- Sustentabilidad ambiental en el desarrollo de misiones de satélites espaciales (PRIMAR, SECyT-UNC). Años 2020-2022.
- Caracterización de la contaminación troposférica regional y local rural, mediante mediciones de campo, observaciones satelitales y modelado teórico. Proyecto en evaluación en la convocatoria PICT 2022 de la Agencia I+D+i. Año 2022.

VINCULACIÓN, EXTENSIÓN Y PATENTES

La vinculación universitaria desempeña un papel fundamental en la formación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Aeroespacial, ya que les brinda la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula a situaciones y proyectos reales. A través de programas de vinculación, los estudiantes tienen la posibilidad de colaborar con empresas y organizaciones del sector aeroespacial, participar en proyectos de investigación y desarrollo, y realizar pasantías en compañías líderes de la industria. Esta experiencia práctica les permite adquirir habilidades técnicas y profesionales, como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la comunicación efectiva, que son esenciales en el campo de la ingeniería aeroespacial. Además, la vinculación universitaria proporciona a los estudiantes y docentes la oportunidad de establecer redes de contactos con profesionales de la industria, lo que puede resultar invaluable a la hora de buscar empleo o realizar futuras colaboraciones.

En los últimos años se realizaron los siguientes proyectos de vinculación referidos al área de la Ingeniería Aeroespacial:

- Análisis del desempeño de una nueva formulación en elementos finitos de láminas para el análisis de estructuras aeroespaciales (C.I.M.N.E., Universidad Politécnica de Cataluña para la empresa AIRBUS). Año 2007.
- Desarrollo, calificación y construcción de simulador 6-DoF en tiempo real con hardware-in-the-loop - HIL (Vehículo Espacial de Nueva Generación VENG SA). Años 2010-2011.
- Verificación de datos aerodinámicos VEX-1 (Vehículo Espacial de Nueva Generación VENG SA). Año 2011.
- Verificación computacional de un rack para componentes electrónicos frente a sollicitaciones acústicas random en aplicaciones aeroespaciales (DAQ S.A. por solicitud del Instituto INVAP). Año 2012.
- Simulación numérica del flujo de gases expelidos desde la tobera y su interacción con el deflector (Comisión Nacional de Actividades Espaciales - CONAE). Año 2014.
- Plataforma de vuelo para recuperación de cargas lanzadas en altura y su aplicación en sistema pseudo-satelital (Patente INPI). Año 2019.
- Diseño y verificación de componentes electrónicos y mecánicos de satélites debido a sollicitaciones termoelásticas y vibraciones de origen acústico y mecánico (TELECAN Inc.). Año 2021.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Las publicaciones científicas, entre otros aspectos, denotan los progresos y aportes al conocimiento realizados por los docentes-investigadores y son una irrefutable evidencia de las capacidades y destrezas del plantel docente.

Durante los últimos años y como parte de los proyectos de investigación y desarrollo, los docentes-investigadores han publicado libros y numerosos artículos científicos en revistas nacionales e internacionales en temáticas directamente relacionadas con ingeniería aeroespacial en temas tales como magnetohidrodinámica, física de plasmas y física solar [4-21], cohetes, satélites, órbitas y trayectorias [22-33], flujo supersónico, combustión, detonación y explosiones [34-59], propulsión espacial por plasma [60-64], dinámica no lineal [65-94], estructuras y vibraciones [95-99]. Es importante destacar que se observa un notable incremento en el número de publicaciones y por ende de investigaciones relacionadas con el área aeroespacial generadas en la FCEFyN-UNC.

TESIS DE GRADO Y POSGRADO

Otro indicador sobre la capacidad de la FCEFyN-UNC para dictar la carrera de Ingeniería Aeroespacial son las Tesis de Grado y de Posgrado realizadas en esta temática.

Tesis de grado

- Brito, Marcos Alejandro (2011) “Análisis térmico de un nanosatélite de materiales compuestos por el método de parámetros concentrados”. Director: Ing. E. Zapico.
- Tur, Verónica Mabel (2011) “Análisis de flujo supersónico/hipersónico para prediseño de un Túnel Ludwieg”. Directores: Dr. S. Elaskar y Dr. J. Tamagno.
- Matar, Juan Pablo (2011) “Decaimiento orbital de objetos en órbitas de gran excentricidad sometidos a la acción de frenado aerodinámico provocado por una atmósfera terrestre simétrica, esférica y rotando a una velocidad angular constante”. Directora: Dra. W. Schulz.
- Lovelle, María Noelia (2013) “Diseño preliminar de un módulo propulsor para desorbitado de pequeños satélites con un motor híbrido inverso”. Director: Ing. D. Storaccio.
- Bauer Espitia, Eloy (2013) “Dinámica de objetos espaciales con alta relación área/masa en órbitas terrestres excéntricas”. Directora: Dra. W. Schulz.
- Moreschi, Laura Diana (2013) “Simulación de la trayectoria de reingreso de la etapa de cohete Delta caída en Corrientes”. Directora: Dra. W. Schulz.
- Arce, Emanuel (2014) “Simulador de trayectorias puntuales con generador estocástico de viento”. Director: Ing. E. Calcagni.
- Lorenzón, Denis (2014) “Simulaciones de flujo supersónico con OpenFoam”. Director: Dr. S. Elaskar.
- Cora Ibarra, Leandro Manuel (2014) “Análisis de factibilidad de guiado de un cohete sonda mediante actuadores pirotécnicos de tipo Vernier”. Director: Ing. E. Zapico.
- Sahade, Francisco (2015) “Predicción de las cargas acústicas en el lanzamiento de un vehículo espacial”. Director: Dr. S. Elaskar.
- González, Leandro (2019) “MECA (Modelismo Espacial Córdoba Argentina)”. Directora: Dra. W. Schulz.
- Fernández Frittelli, Rodrigo y Jandar Paz, Maximiliano (2019) “Prediseño de misión espacial

- para mitigar amenaza de impacto de asteroide con la Tierra”. Directora: Dra. W. Schulz.
- Saavedra Laureano, Juan José (2019) “Modelos computacionales de subsistemas de determinación de órbita, actitud y comportamiento térmico de un satélite LEO”. Directora: Dra. W. Schulz.
 - Sava, Octavio (2020) “Estudio y simulación numérica de una tobera y descarga supersónica con ANSYS FLUENT”. Directores: Dr. S. Elaskar y Marco Malpassi (CONAE).
 - Bertolo, Sebastián (2021) “Simulación con OpenFOAM del flujo supersónico en toberas”. Director: Dr. S. Elaskar.
 - Frías, Marcelo (2021) “Explosiones intensas en medios gaseosos con densidad inicial variable”. Director: Dr. S. Elaskar.
 - Paredes Ross, Luis Martín (2022) “Cálculo de trayectoria Tierra-Luna con propulsión de plasma pulsante ablativo”. Directora: Dra. W. Schulz.
 - Belisario, Facundo (2023) “Programa de monitoreo para predicción de reingreso a la atmósfera terrestre de objetos espaciales”. Directora: Dra. W. Schulz.
 - Mamani, Zain Angel (2023) “Flujo supersónico en toberas en paralelo”. Director: Dr. S. Elaskar.
 - Melina Garnero y Anabel Mansilla (2023) “Implementación de MASTER y DRAMA en el proyecto MuSat-3 para mitigar la generación de basura espacial y sus consecuencias”. Directora: Dra. W. Schulz.
 - Juan Carlos Huaca Bravo (2024) “Análisis térmico del micro-satélite MuSat-3 mediante el método de parámetros concentrados”. Directora: Dra. W. Schulz.
 - Rizzo, Alejandra (2009) “Simulación numérica de la dinámica de procesos de combustión pulsantes – Aplicación al desarrollo de motores detonantes pulsantes”. Director: Dr. J. Tamagno.
 - Krause, Gustavo (2011) “Estudio teórico y numérico de la ecuación DNLS”. Directores: Dr. S. Elaskar y Dra. A. Costa.
 - Saldía, Juan Pablo (2012) “Simulación numérica de flujos de alta entalpía no viscosos considerando gas en equilibrio termoquímico”. Director: Dr. S. Elaskar.
 - Fernández, Carlos (2013) “Estudio teórico y numérico de la dinámica y estabilidad de arcos magnéticos solares”. Directores: Dr. S. Elaskar y Dra. A. Costa.
 - Gutiérrez Marcantoni, Luis Felipe (2013) “Simulación de flujos compresibles con OpenFoam”. Directores: Dr. J. Tamagno y Dr. S. Elaskar.
 - Gómez, Emmanuel (2018) “Optimización de propulsores de plasma pulsantes ablativos de Teflón utilizando algoritmos evolutivos del tipo genéticos”. Director: Dr. S. Elaskar.

Tesis de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería

- Maglione, Livio (2011) “Estudios y aplicaciones en magnetogasdínámica computacional”. Directores: Dr. S. Elaskar y Dra. A. Costa.
- Krause, Gustavo (2014) “Análisis teórico y numérico de atractores e intermitencia en la ecuación DNLS”. Director: Dr. S. Elaskar.
- Saldía, Juan Pablo (2015) “Diseño y desarrollo de un código de alto rendimiento para la simulación numérica de flujos hipersónicos reactivos”. Director: Dr. S. Elaskar.
- Francile, Carlos (2015) “Desarrollo de algoritmos de procesamiento de datos para análisis y detección automática de fenómenos oscilatorios en imágenes de la cromosfera y corona solar. Aplicación a los telescopios HASTA y MICA”. Directores: Dra. A. Costa y Dr. S. Elaskar.
- Cimino, Andrés (2015) “Condiciones de contorno basadas en características para las ecuaciones gasdinámicas y magnetohidrodinámicas. Aplicación a la dinámica de los arcos magnéticos de la corona solar”. Directores: Dra. A. Costa y Dr. S. Elaskar.
- Gutiérrez Marcantoni, Luis Felipe (2016) “Simulación numérica de procesos reactivos en mezclas de gases con múltiples componentes de

Tesis de Maestría en Ciencias de la Ingeniería - Mención Aeroespacial

- Ortega, Enrique (2005) “Solución de las ecuaciones de flujo compresible mediante el Método de Puntos Finitos”. Director: Dr. C. Sacco.
- Scarpín, Gustavo (2006) “Cálculo de las propiedades de mezclas de gases en equilibrio termodinámico – Aplicaciones al flujo hipersónico”. Director: Dr. J. Tamagno.
- Ríos Rodríguez, Gustavo (2009) “Simulación numérica del flujo de gases con reacciones químicas”. Directores: Dr. J. Tamagno y Dr. S. Elaskar.

flujos compresibles con OpenFoam”. Directores: Dr. J. Tamagno y Dr. S. Elaskar.

- Lorenzón, Denis (2020) “Simulaciones numéricas de la cinética de plasma usando el modelo Vlasov-Poisson”. Director: Dr. S. Elaskar.
- Corrado, Guillermo (2021) “Diseño, requisitos, y performance de vehículos espaciales con velas solares compuestas de reflexión simple de diversos tamaños”. Directora: Dra. W. Schulz.

ANTECEDENTES DOCENTES

La docencia formal y permanente de temas relacionados con ingeniería aeroespacial en la FCEFyN-UNC tuvo su inicio con la Maestría en Ciencias de la Ingeniería - Mención Aeroespacial (MCIAE). Dicha Maestría comenzó a dictarse en el año 2001 y ha colaborado en la formación de recursos humanos en la especialidad. Entre otras salidas laborales, algunos de los egresados son actualmente docentes en la FCEFyN-UNC, principalmente en el Departamento de Aeronáutica [1,100]. La MCIAE está categorizada A por CONEAU desde el año 2011.

En base a la formación y especialización de los docentes de la FCEFyN-UNC en áreas relacionadas con la ingeniería aeroespacial, se ha creado recientemente la Maestría en Sistemas Espaciales, siendo éste un posgrado conjunto entre el Instituto Gulich de la CONAE y la FCEFyN de la UNC. Esta Maestría ha comenzado a dictarse en el año 2023.

Desde el punto de vista de los conocimientos que reciben actualmente los estudiantes de grado, la carrera de Ingeniería Aeronáutica/Aeroespacial posee materias que dictan temáticas directamente relacionadas con la ingeniería espacial. Entre las mismas podemos destacar las siguientes: Sistemas Espaciales, Dinámica de los Gases 1, Dinámica de los Gases 2, Dinámica de Vehículos Espaciales, Cálculo Estructural 1, Cálculo Estructural 2, Dinámica de Sistemas Mecánicos, Vibraciones Aleatorias y Mecánica de los Fluidos Computacional.

Se destaca que más de la mitad de los docentes-investigadores que pertenecen al Departamento de Aeronáutica de la FCEFyN-UNC poseen experiencia científica y profesional en los temas de interés en ingeniería espacial.

CONCLUSIONES

Considerando las razones expuestas anteriormente y los antecedentes citados, tanto en cuanto a la formación y experiencia de los docentes en el ámbito académico y profesional, como de la cantidad y calidad de los trabajos publicados, se hace necesario promover y apoyar el cambio de Ingeniería Aeronáutica a Ingeniería Aeroespacial con vistas a reflejar fielmente el direccionamiento que se pretende dar a la formación de los futuros egresados.

La publicación del “Libro Rojo” por parte del Confedi (Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería) explicitando las propuestas para establecer los nuevos estándares para la acreditación de las carreras de ingeniería sienta un precedente importante que hace oportuno plantearse la necesidad de avanzar en este sentido [101].

La industria del conocimiento exige una permanente actualización de contenidos y de recursos humanos. Debe ser un desafío para quienes tienen la responsabilidad de administrar e impartir estos conocimientos promover los cambios necesarios de llevar a cabo con la dinámica apropiada. De no hacerlo se estaría negando a las próximas generaciones un legado que es deber sostener y mejorar en el tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los miembros del Departamento de Aeronáutica por la información suministrada para la realización de este informe y la dedicación puesta para llevar a cabo el proceso de actualización para la formación profesional de los estudiantes de la carrera. Este reconocimiento se hace extensivo a las autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la UNC que estimulan y fomentan este tipo de iniciativas.

También es importante destacar la contribución que realiza la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNC que provee el financiamiento necesario para hacer posible la concreción de los proyectos de investigación que constituyen el motor que impulsa los avances llevados a cabo en el ámbito aeroespacial dentro de la universidad.

REFERENCIAS

- [1] Schulz W., Elaskar S. y Recabarren, P. (2022). *20 años de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería – Mención Aeroespacial*. RADI, Vol. 19.
- [2] Escuela de Ingeniería Mecánica Aeronáutica (2022) *Historia de la carrera de Ingeniería Aeronáutica en la FCEFyN-UNC*. <https://fcefyn.unc.edu.ar/facultad/secretarias/academica/escuelas/escuela-de-ingenieria-mecanica-aeronautica/historia-de-la-carrera-de-ingenieria-aeronautica-en-la-fcefyn-unc/>
- [3] Comisión Nacional de Actividades Espaciales (2023). *Antecedentes*. Recuperado el 30 de junio de 2023. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/institucional/antecedentes#:~:text=En%201991%2C%20se%20cre%C3%B3%20la,del%20Ministerio%20de%20Relaciones%20Exteriores%2C>
- [4] Cimino, A., Krause, G., Elaskar, S. y Costa, A. (2016). *Characteristic boundary conditions for magnetohydrodynamics: The Brio-Wu shock tube*. Computers & Fluids, Vol. 127.
- [5] Krause, G., Cecere, M., Francile, C., Costa, A., Elaskar, S. y Schneider, M. (2015). *Two step chromospheric Moreton wave excitation in a blast-wave scenario. A case study: Simulation of the December 06, 2006 event*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 453, No. 3.
- [6] Krause, G., Cécere, M., Francile, C., Costa, A. y Elaskar, S. (2017). *Are CMEs capable to produce Moreton waves? A case study: the December 06, 2006 event*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 474.
- [7] Lorenzón, D., Elaskar, S. y Sánchez-Arriaga, G. (2016). *Simulación numérica de la recolección de corriente en una sonda Langmuir cilíndrica*. Mecánica Computacional, Vol. 34.

- [8] Krause, G., Cécere, M., Costa, A. y Elaskar, S. (2016). *Numerical evaluations of different mechanisms to produce large scale waves in the solar chromosphere*. Mecánica Computacional, Vol. 34.
- [9] Lorenzón, D. y Elaskar, S. (2019). *Comparison of second order finite-difference and finite-volume based schemes for the solution of Vlasov equation in unmagnetized case*. Mecánica Computacional, Vol. 37.
- [10] Lorenzón, D., Elaskar, S. y Cimino, A. (2021). *Numerical simulations using Eulerian schemes for the Vlasov-Poisson model*. International Journal of Computational Methods, Vol. 18, No. 9, 2150031.
- [11] Lorenzón, D. y Elaskar, S. (2021). *Using linear multistep methods for the time stepping in Vlasov-Poisson simulations*. Computational and Applied Mathematics, Vol. 40.
- [12] Sahade, A., Cécere, M., Sieyra, M.V., Krause, G., Cremades, H. y Costa, A. (2022). *Pseudostreamer influence on flux rope evolution*. Astronomy & Astrophysics, Vol. 662.
- [13] Zurbriggen, E., Cécere, M., Sieyra, M., Krause, G., Costa, A. y Giménez de Castro, C. (2021). *An MHD study of large-amplitude oscillations in solar filaments*. Solar Physics, Vol. 296, 173.
- [14] Capettini, H., Cécere, M., Costa, A., Krause, G. y Reula, O. (2020). *Slow and sausage loop mode excitation due to local and global spontaneous perturbations*. Astronomy & Astrophysics, Vol. 644, A106.
- [15] Sahade, A., Cécere, M. y Krause, G. (2020). *Influence of coronal holes on CME deflections: Numerical study*. The Astrophysical Journal, Vol. 896, No. 1, 53.
- [16] Krause, G. (2019). *Hydrostatic equilibrium preservation in MHD numerical simulation with stratified atmospheres: Explicit Godunov-type schemes with MUSCL reconstruction*. Astronomy & Astrophysics, Vol. 631, A68.
- [17] Zurbriggen, E., Cécere, M., Krause, G., Sieyra, M.V. y Costa, A. (2019). *Moreton waves and flux rope winking intensity*. Towards Future Research on Space Weather Drivers, 2 al 7 de julio, San Juan, Argentina.
- [18] Krause, G. y Cimino, A. (2019). *Evaluación de esquemas de reconstrucción hidrostática local para la simulación numérica del flujo de gases y plasmas en medios estratificados*. Mecánica Computacional, Vol. 37.
- [19] Lorenzón, D. y Elaskar, S. (2021). *Uso de métodos lineales de múltiples etapas para la integración temporal del sistema Vlasov-Poisson*. Mecánica Computacional, Vol. 38.
- [20] Lorenzón, D., Elaskar, S. y Saldía, J.P. (2021). *Estudio numérico de una sonda de Langmuir cilíndrica usando un esquema de volúmenes finitos*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial, Vol. 8.
- [21] Krause, G. (2019). *Preservación del equilibrio hidrostático en esquemas tipo Godunov*. VII Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI 2019), 8 al 10 de mayo, Río Cuarto, Argentina.
- [22] Moreschi, L. y Schulz, W. (2016). *Aerodynamic resistance in upper atmosphere: case of the last stage Delta rocket fall in Argentina*. Computational and Applied Mathematics, Vol. 35, No. 3.
- [23] Cid, G. y Schulz, W. (2016). *Influencia de la excentricidad orbital y coeficiente balístico en la predicción de la fecha de reingreso de chatarra espacial*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 3, No. 1.
- [24] Fernández Frittelli, R., Jandar Paz, M. y Schulz, W. (2020). *Prediseño de misión espacial para mitigar amenaza de impacto de asteroide con la Tierra*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 7, No. 2.
- [25] de Araujo, N.C., Scheeres, D.J., Rocco, E.M., Mota, M.L. y Schulz, W. (2020). *Modelling signatures of internal density heterogeneities for asteroids gravity fields*. 2020 AAS/AIAA Astrodynamics Specialist Conference, AAS-20-517.
- [26] Corrado, G. y Schulz, W. (2022). *Design, requirements, and performance of space vehicles with simple solar photon thrusters*. Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 59, No. 3.
- [27] Paredes Ross, L.M. y Schulz, W. (2023). *Cálculo de trayectoria Tierra-Luna con propulsor de plasma pulsante ablativo*. 12o. Congreso Argentino de Tecnología Espacial, 12-14 de abril, Mendoza, Argentina.
- [28] Sahade, F. y Elaskar, S. (2017). *Predicción de las cargas acústicas durante el lanzamiento de un vehículo espacial*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Vol. 4, No. 2.
- [29] Elaskar, O., García, J. y Vitulich, C. (2021). *Sistema de recuperación de cargas lanzadas en altura*. 11o. Congreso Argentino de Tecnología Espacial, 7-9 de abril, Mendoza, Argentina.
- [30] Elaskar, O., García, J. y Vitulich, C. (2021). *Seudo satélites suborbitales: diseño de concepto*. 6to Congreso de Ingeniería Aeronáutica - CAIA 2021, Haedo, Argentina.
- [31] Elaskar, O., García, J. y Vitulich, C. (2023). *Análisis numérico de la aerodinámica en altura de pseudo-satélite*. 12o. Congreso Argentino de Tecnología Espacial, 12-14 de abril, Mendoza, Argentina.
- [32] Vera, M.G., Cometto, P.M., Saldía, J.P., Casañas, J.M. y Pisso, I. (2023). *Unmanned aerial system for in situ tropospheric aerosol measurements and assessment of emission sources. Part I: Integration of a light optical aerosol counter to a commercial unmanned aerial flying wing*. Journal of Aerosol Science, in prenta.
- [33] Brito, M., Cimino, A., Rodriguez Gonzalez, S., Morales, P. y Storaccio, D. (2016). *Carga útil con capacidad de separación para vuelo suborbital*. 2016 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2016, 15 a 17 de junio, Buenos Aires, Argentina.
- [34] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Elaskar, S.A., Tamagno, J.P., Saldía, J.P. y Krause, G. (2020). *An assessment of the OpenFOAM implementation of the KNP scheme to simulate strong explosions*. Shock Waves, Vol. 31.
- [35] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Tamagno, J.P. y Elaskar, S. (2019). *Sobre la distribución del tamaño de las gotas en un spray/aerosol*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 7, No. 1.
- [36] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Tamagno, J.P. y Elaskar, S. (2019). *A numerical study on the impact of chemical modeling on simulating methane-air detonations*. Fuel, Vol. 240.
- [37] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Tamagno, J.P. y Elaskar, S. (2017). *Two dimensional numerical simulations of detonation cellular structures in H₂-O₂-Ar mixtures with OpenFOAM*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 42.
- [38] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Tamagno, J.P. y Elaskar, S. (2017). *RhoCentralRjFoam: An OpenFOAM solver for high speed chemically active flows -Simulation of planar detonations-*. Computer Physics Communications, Vol. 219.
- [39] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Tamagno, J.P. y Elaskar, S. (2016). *RANS simulation of Diffusive Combustion using OpenFOAM*. Journal of Applied Fluid Mechanics, Vol. 9, No. 3.
- [40] Monaldi, L., Gutiérrez, L. y Elaskar, S. (2022). *Shock wave reflection in unsteady flow*. Symmetry, Vol. 14(10), 2048.
- [41] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Tamagno, J.P. y Elaskar, S. (2023). *On building a RANS, LES or DES energy equation for turbulent reacting flows*. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquía, No. 107.
- [42] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Elaskar, S., Tamagno, J., Saldía, J.P. y Lorenzón, D. (2020). *Estudio numérico de la generación, propagación e interacción con paredes de ondas explosivas*. 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2020, 1-4 de diciembre, Resistencia, Argentina.
- [43] Tamagno, J., Gutiérrez Marcantoni, L.F., Elaskar, S., Saldía, J.P. y Bruel, P. (2020). *Un análisis aproximado de la burbuja explosiva generada por liberación instantánea de energía*. 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2020, 1-4 de diciembre, Resistencia, Argentina.
- [44] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Elaskar, S. y Tamagno, J. (2022). *Explosiones y detonaciones, su simulación numérica, sus similitudes y diferencias*. 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, 7 al 9 de septiembre, San Juan, Argentina.
- [45] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Elaskar, S. y Tamagno, J. (2022). *Simulación mediante OpenFOAM de la reflexión de ondas de choque en superficies sólidas curvas*. 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, 7 al 9 de septiembre, San Juan, Argentina.
- [46] Tamagno, J., Monaldi, L., Elaskar, S. y Gutiérrez Marcantoni, L.F. (2022). *Consideraciones sobre la variación de la entalpia en la dinámica de los gases estacionaria e inestacionaria*. 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, 7 al 9 de septiembre, San Juan, Argentina.
- [47] Dagaro, M.A., Peralta, L., Ludueña Donato, G.A., Lorenzon, D., García, J., Galeasso, A. y Bustamante, J. (2019). *Diseño y construcción de un túnel de viento supersónico bidimensional con sistema de visualización Schlieren*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 6, No. 2.

- [48] Brizuela, E., Dopazo, C., Elaskar, S., Fuentes, A., Hauke, G., Tamagno, J. y Treviño, C. (2016). *Combustión. Teoría, Aplicaciones e Introducción al Cálculo*. Valleta Ediciones, Buenos Aires.
- [49] Saldía, J.P., Elaskar, S. y Tamagno, J. (2015). *An scheme for inviscid compressible flow, considering a gas in thermo-chemical equilibrium*. International Journal of Computational Methods, Vol. 12, No. 3.
- [50] Saldía, J.P., Elaskar, S. y Tamagno, J. (2017). *A numerical simulation using TVD schemes of two-dimensional supersonic flow in chemical equilibrium*. International Journal of Computational Methods, Vol. 14, No. 2.
- [51] Lorenzón, D. y Elaskar, S. (2019). *Open FOAM simulations of the supersonic flow around cones at angles of attack*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, Vol. 16, No. 5.
- [52] Lorenzón, D. y Elaskar, S. (2015). *Simulación de flujos supersónicos bidimensionales y axialmente simétricos con OpenFOAM*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Vol. 2, No. 2.
- [53] Saldía, J.P. y Elaskar, S. (2019). *Validación de un software para flujos hipersónicos en no equilibrio termoquímico*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI), Vol. 7.
- [54] Bertolo, S. y Elaskar, S. (2021). *Simulación numérica del flujo compresible en toberas convergentes-divergentes*. Mecánica Computacional, Vol. 38.
- [55] Frías, M. y Elaskar, S. (2021). *Estudio sobre explosiones fuertes*. Mecánica Computacional, Vol. 38.
- [56] Gutiérrez Marcantoni, L.F., Elaskar, S., Lorenzón, D. y Saldía, J.P. (2021). *Interacción de ondas explosivas con superficies sólidas*. Mecánica Computacional, Vol. 38.
- [57] Tamagno, J., Schulz, W. y Elaskar, S. (2008). *Dinámica de los Gases – Flujo unidimensional estacionario*. Serie Ingeniería, Ed. Córdoba: Universitatis.
- [58] Tamagno, J., Cid, G., Elaskar, S. y Schulz, W. (2013). *Aplicaciones de la Dinámica de los Gases a flujos inestacionarios y supersónicos*. Serie Aeronáutica, Ed. Córdoba: Universitatis.
- [59] Cid, G., Schulz, W. y Elaskar, S. (2021). *Ejercicios resueltos de Dinámica de los Gases*, Serie Aeronáutica, Ed. Córdoba: Universitatis.
- [60] Gómez, E. y Elaskar, S. (2016). *Simulación numérica de propulsores pulsantes ablativos de Teflón mediante un modelo cero-dimensional*. Mecánica Computacional, Vol. 34.
- [61] Gómez, E. y Elaskar, S. (2018). *Modelo cero-dimensional para diseño de propulsores de plasma pulsantes ablativos de Teflón®*. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Vol. 5, No. 2.
- [62] Gómez, E., Saravia, M., Castelló, W. y Elaskar, S. (2022). *Evaluation of PTFE-fed PPT performance by means of an unsteady electromechanical model*. 8th International Conference on Space Propulsion – SP2022. Febrero, Estoril, Portugal, SP2022_00203.
- [63] Gómez, E., Saravia, M., Castelló, W. y Elaskar, S. (2022). *Modelo electromecánico no estacionario para la evaluación del comportamiento de propulsores de plasma pulsantes ablativos*. 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, 7 al 9 de septiembre, San Juan, Argentina.
- [64] Vitulich, C., Cimino, A. y Brito, H. (2017) *Numerical analysis tool for design and optimization of a coaxial pulsed plasma thruster*. 1st IAA Latin American Symposium on Small Satellites: Advanced Technologies and Distributed Systems. Instituto Colomb, UNSAM, 7 al 10 de marzo, Buenos Aires, Argentina.
- [65] Elaskar, S., del Río, E. y Gutiérrez Marcantoni, L.F. (2018). *Non-uniform reinjection probability density function in type V intermittency*. Nonlinear Dynamics, Vol. 92.
- [66] Elaskar, S., del Río, E. y Gutiérrez Marcantoni, L.F. (2018). *Some characteristics of the Mfunction methodology to describe the reinjection process in chaotic intermittency*. Open Acc. J. Math. Theor. Phy.
- [67] Elaskar, S. y del Río, E. (2017). *New advances on chaotic intermittency and its applications*. Springer. New York.
- [68] Elaskar, S., del Río, E., Krause, G. y Costa, A. (2015). *Effect of the lower boundary of reinjection and noise in type-II intermittency*. Nonlinear Dynamics, Vol. 79, No. 2.
- [69] Elaskar, S., del Río, E. y Zapico, E. (2016). *Evaluation of the statistical properties for type-II intermittency using the Perron-Frobenius operator*. Nonlinear Dynamics, Vol. 86.
- [70] del Río, E. y Elaskar, S. (2016). *On the intermittency theory*. International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 26, No. 14.
- [71] Elaskar, S., del Río, E. y Costa, A. (2017). *Reinjection probability density for type-III intermittency with noise and lower boundary of reinjection*. Journal of Computational and Nonlinear Dynamics, ASME, Vol. 12, No. 3.
- [72] del Río, E. y Elaskar, S. (2018). *Experimental evidence of power law reinjection in chaotic intermittency*. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Vol. 64.
- [73] Elaskar, S. y del Río, E. (2018). *Discontinuous reinjection probability density function in type V intermittency*. Journal of Computational and Nonlinear Dynamics, ASME, Vol. 13, No. 12.
- [74] Elaskar, S. y del Río, E. (2015). *RPD en intermitencia tipo III con LBR y ruido*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI), Vol. 5.
- [75] Elaskar, S. y del Río, E. (2015). *Type-II intermittency with noise and lower boundary of reinjection*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI), Vol. 5.
- [76] Elaskar, S., del Río, E. y Krause, G. (2019). *Evaluación de la densidad de probabilidad de reinyección en intermitencia tipo V*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI), Vol. 7.
- [77] Elaskar, S., Lorenzón, D. y del Río, E. (2019). *Relación característica en intermitencia tipo II*. Mecánica Computacional, Vol. 37.
- [78] Elaskar, S., del Río, E. y Gutiérrez Marcantoni, L.F. (2020). *Analytical evaluation of the reinjection probability density function in chaotic intermittency*. 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, IEEEExplore 9505540, 1-4 de diciembre, Resistencia, Argentina.
- [79] Elaskar, S., del Río, E. y Lorenzón, D. (2020). *Chaotic intermittency in maps with infinite derivative*. 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON, IEEEExplore 9505502, 1-4 de diciembre, Resistencia, Argentina.
- [80] del Río, E. y Elaskar, S. (2016). *The intermittency route to chaos. Libro: Handbook of applications of chaos theory*. CRC Press Book.
- [81] del Río, E. y Elaskar, S. (2020). *Experimental results versus computer simulations of noisy Poincaré maps in intermittency scenario*. Regular and Chaotic Dynamics, Vol. 25.
- [82] Elaskar, S. y del Río, E. (2021). *Type III intermittency without characteristic relation*. Chaos, Vol. 31.
- [83] Elaskar, S., del Río, E. y Lorenzón, D. (2021). *Evaluation of the reinjection probability density function in intermittency using the natural invariant density*. Symmetry, Vol. 13.
- [84] Elaskar, S., del Río, E. y Elaskar, S. (2022). *Intermittency reinjection in the logistic map*. Symmetry, Vol. 14.
- [85] Elaskar, S., del Río, E. y Schulz, W. (2022). *Analysis of the type V intermittency using the Perron-Frobenius operator*. Symmetry, Vol. 14.
- [86] Elaskar, S. (2023). *Symmetry in nonlinear dynamics and chaos*. Symmetry, Vol. 15.
- [87] Elaskar, S., del Río, E. y Grioni, M. (2023). *Chaotic intermittency with non-differentiable M(x) function*. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Colombia.
- [88] Elaskar, S. y del Río, E. (2023). *Review of chaotic intermittency*. Symmetry, Vol. 15, 1195.
- [89] Elaskar, S., del Río, E. y Lorenzón, D. (2021). *Evaluación numérica de mapas de Poincaré*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI), Vol. 8.
- [90] Elaskar, S. y del Río, E. (2021). *Análisis de intermitencia tipo V utilizando el operador de Perron-Frobenius*. Mecánica Computacional, Vol. 38.
- [91] Elaskar, S. y del Río, E. (2021). *Consideraciones sobre la nueva teoría de intermitencia caótica*. Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI), Vol. 8.
- [92] Elaskar, S. y del Río, E. (2021). *La función densidad de probabilidad de reinyección en intermitencia caótica*. Mecánica Computacional, Vol. 38.
- [93] Elaskar, S., del Río, E. y Schulz, W. (2021). *Evaluation of the reinjection process in type V intermittency*. 16th Conference on Dynamical Systems Theory and Applications, DSTA 2021, diciembre, Łódź, Polonia.
- [94] del Río, E. y Elaskar, S. (2021). *The role of noise in chaotic intermittency*. In: Recent Trends in Chaotic, Nonlinear and Complex

Dynamics. World Scientific Series on Nonlinear Science Series B: Vol. 19.

- [95] Gebhardt, C., Matusevich, A. e Inaudi, J. (2018). *Coupled transverse and axial vibrations including warping effect in asymmetric short beams*. Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 144, No. 6.
- [96] Inaudi, J., Dente, A. y Alancay, E. (2016). *Modelos numéricos de vigas pre-torsionadas*. Mecánica Computacional, Vol. 34.
- [97] Inaudi, J. (2016). *Rayleigh quotient algorithm for modal analysis of structural models*. Mecánica Computacional, Vol. 34.
- [98] Inaudi, J., Albanesi, C., Cavello, J. y Giraudo, A. (2016). *Linear curved beam finite element with exact rigid body displacements*. Mecánica Computacional, Vol. 34.
- [99] García, V., Duque, E., Inaudi, J., Marquez, C., Mera, J. y Ríos, A. (2021). *Pendulum tuned mass damper: optimization and performance assessment in structures with elastoplastic behavior*. Heliyon, Vol. 7.
- [100] Schulz, W. y Elaskar, S. (2022). *Gestión, evolución y actualidad de la Maestría Aeroespacial en la Universidad Nacional de Córdoba*. VI IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2022, 7-9 de septiembre, San Juan, Argentina.
- [101] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI"*. Eds: Roberto Giordano Lerena, Sandra Cirimelo, Universidad FASTA Ediciones.