

## 20 años de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería – Mención Aeroespacial

*Walkiria Schulz<sup>1</sup>*  
*Sergio Elaskar<sup>2</sup>*  
*Pablo Recabarren<sup>3</sup>*

1- Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales UNC.

2- Departamento de Aeronáutica. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales UNC.

3- Decano Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales UNC.

Mediante la puesta en órbita del primer satélite artificial, el Sputnik I en 1957, las actividades espaciales comenzaron a tener importante impacto económico y social. En aquellos años, los principales actores fueron la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) y los Estados Unidos. Sin embargo, otros países y empresas privadas fueron adhiriendo a la investigación y desarrollo de tecnologías para acceso al espacio en virtud de su valor estratégico civil y militar [1]. Argentina no ha sido ajena a esta actividad y posee décadas de trabajo en el campo aeroespacial, con momentos de avance, estancamiento y/o retroceso. El avance aeronáutico estuvo marcado por la fundación, en la ciudad de Córdoba, de la Fábrica Militar de Aviones en 1927. En sus años iniciales se trabajó en el desarrollo de aeronaves bajo licencias europeas. Sin embargo, desde 1931 se comenzaron a diseñar y construir aviones nacionales, entre los que podemos destacar el Pulqui I y II (1947 y 1950, respectivamente), el IA58 Pucará (fines de los '60) y el IA63 Pampa (1984). Así, se vio la necesidad de formar ingenieros especialistas, dado que los pocos ingenieros aeronáuticos que había en ese momento en el país eran egresados de universidades extranjeras, fundamentalmente de Francia. Por tal motivo, en 1934 la Universidad Nacional de Córdoba crea la "Escue-

la de Ingeniero Electro Mecánico y Aeronauta" con un plan de estudios de cinco años [2]. En 1960 los avances en Ingeniería Espacial adquieren empuje mediante la creación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE). En el Instituto de Investigación Aeronáutica y Espacial (IIAE) se desarrollaron y construyeron cohetes-sonda, de una y dos etapas, que se emplearon en experimentos científicos [3,4]. Tanto la CNIE como el IIAE estaban bajo la dependencia de la Fuerza Aérea Argentina. En 1961 desde Chamental se lanzaron cohetes-sonda Beta y Gamma Centauro y balones estratosféricos. Los desarrollos continuaron mediante el uso de cohetes diseñados y construidos en el IIAE en Córdoba (Orión, Canopus, Rigel, Castor y Tauro). Desde entonces, los avances y estudios científicos de la atmósfera con cohetes fueron decreciendo y en 1981 se efectuó la última experiencia del siglo XX con un cohete de fabricación nacional, perteneciente a la serie Tauro [1]. Posteriormente, la Fuerza Aérea Argentina contó con recursos para el avance aeroespacial [5], que además del diseño y construcción de aviones, permitió iniciar el desarrollo de misiles de la clase Alacrán y Cóndor, modificando de esta forma la línea de coherencia con objetivos científicos hacia una de cohetes con posibles intereses militares. Este proceso dio origen al misil Cóndor II en las instalaciones de Falda del Carmen en Córdoba [6]. El

Foto:  
www.fcefyn.unc.  
edu.ar

La maestría trasciende el ámbito local y cuenta con estudiantes provenientes de diferentes provincias y países. “Tiene como meta principal la formación de profesionales en el área de Ingeniería Aeronáutica y Espacial con nivel de posgrado”(…)

proyecto comenzó a desarrollarse en 1982 y contó con inversores extranjeros: Alemania aportó tecnología e Irak financiamiento a través de Egipto [5]. Por presiones internacionales en 1993 se canceló el proyecto. Como contrapartida, se generó la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y se obtuvo la cooperación de la NASA para las misiones satelitales científicas argentinas [1]. Cabe destacar que esta cooperación no incluyó satélites de comunicaciones, que es un área muy activa de competencia económica internacional [7]. Durante las últimas dos décadas, se fue gestando un plan para la construcción de un vector nacional, el Tronador II, con la capacidad de poner en órbita pequeños satélites para intentar alcanzar una mayor autonomía en tecnología espacial e insertar al país como proveedor de servicios de lanzamiento [8]. Sin embargo, el proyecto ha tenido dificultades para avanzar al ritmo necesario, siendo una de ellas la poca cantidad de personal altamente formado que se necesita. Es importante hacer notar que proyectos para diseñar y generar tecnologías conducentes al acceso, permanencia y regreso del espacio tienen un alto grado de dificultad científica y tecnológica, ya que se deben desarrollar los diversos componentes que conforman el sistema espacial y la infraestructura terrestre relacionada. El diseño y producción de vehículos para acceso al espacio, con su enorme complejidad, presenta un importante desafío a nivel científico, tecnológico, presupuestario y de políticas de Estado. La calidad de recursos humanos formados es un aspecto fundamental para llevar adelante con éxito estos proyectos. La conformación de equipos de trabajo calificados lleva un tiempo considerable y su

pérdida puede darse de forma rápida como sucedió con la desactivación del proyecto Cóndor II. La experiencia del proyecto Cóndor puso de manifiesto la conveniencia de tener personal altamente calificado distribuido en distintas instituciones científicas y tecnológicas del país, como pueden ser en las universidades. Esto ayudaría a mantener el “know-how” de la actividad ante el eventual desmantelamiento de un proyecto.

En la última década del siglo XX el país sufrió un proceso de cambios económicos y sociales que repercutió en las actividades relacionadas con las Ingenierías Aeronáutica y Espacial. En lo que respecta a la Aeronáutica, la Fábrica Militar de Aviones fue privatizada a una compañía extranjera. Como resultado, se redujeron sustancialmente las tareas de desarrollo y diseño de aviones que habían permitido la formación de recursos humanos valiosos en Ingeniería Aeronáutica. Por otra parte, las actividades relacionadas con el acceso al espacio se vieron también afectadas. Es de destacar que la industria en Ingeniería Aeroespacial tiene particularidades propias que la caracterizan. Las aeronaves deben satisfacer normas estrictas para su funcionamiento que influyen en el diseño, desarrollo, producción y mantenimiento de las mismas. La Ingeniería Espacial necesita de una intensa actividad en investigación científica y de permanente desarrollo tecnológico. En vista de dicha situación, profesores del Departamento de Aeronáutica de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) advirtieron la necesidad de generar la formación de recursos humanos a nivel de posgrado que, aunque en un número mucho menor que lo que sucedía en décadas anteriores, permitiera al país contar con una masa crítica mínima en actividades relacionadas con la Ingeniería Aeroespacial. Allí surgió la idea de crear una maestría en el área y para que la misma tuviera mayor relevancia se decidió que fuera en conjunto con el Instituto Universitario Aeronáutico (IUA). Con dicho objetivo, profesores de la UNC y del IUA llevaron a cabo arduas gestiones para permitir que universidades dependientes de distintos minis-

El diseño y producción de vehículos para acceso al espacio, con su enorme complejidad, presenta un importante desafío a nivel científico, tecnológico, presupuestario y de políticas de Estado.

terios a nivel nacional pudieran dar origen a una maestría conjunta. Con el apoyo de autoridades de ambas instituciones, la Maestría en Ciencias de la Ingeniería - Mención Aeroespacial (MCIMA) fue desarrollada y los primeros cursos comenzaron a dictarse en el segundo semestre de 2001. La gestión académica de la Maestría quedaba bajo la órbita de la UNC y la administración económica era responsabilidad del IUA.

En los últimos años, la carrera ha evolucionado con importantes cambios estructurales. Entre ellos, se destaca que el IUA pasó a ser parte de la recientemente creada Universidad de la Defensa Nacional y manifestó a la UNC su interés en dejar de colaborar activamente con la MCIMA, cayéndose de esta forma el convenio entre ambas instituciones.

Además, fueron modificados tanto el reglamento como el plan de estudios de la carrera, que ahora es personalizado, con vistas a una constante actualización. Actualmente, la maestría tiene vinculación directa con las carreras de Ingeniería Aero-

náutica que se dictan en la UNC y en la Universidad de la Defensa Nacional. Este vínculo puede ser evidenciado en el hecho de que la mayoría de los maestrandos son egresados de dichas carreras.

La MCIMA también presenta vinculación con la Ingeniería Mecánica principalmente de la UNC y la UTN Regional Córdoba, otras ingenierías y carreras afines como Licenciaturas en Matemática, Física y Ciencias de la Computación. La maestría trasciende el ámbito local y cuenta con estudiantes provenientes de otras provincias y países.

Las principales metas de la MCIMA son:

- Formar profesionales en el área de Ingeniería Aeronáutica y Espacial con nivel de posgrado tanto en fundamentos físicos-matemáticos relacionados con la actividad como en aplicaciones y desarrollos tecnológicos para que puedan interactuar e intervenir en un contexto multidisciplinario típico del ambiente aeroespacial.
- Adecuar la oferta de egresados de la universidad a las demandas del sector productivo aeroespacial, formando ingenieros con una mayor actualización en las técnicas utilizadas a nivel internacional, capacitados para producir desarrollo tecnológico de alto nivel.
- Formar investigadores capaces de liderar proyectos científicos y/o tecnológicos de relevancia reconocida internacionalmente.
- Promover o incentivar la formación académica de los docentes de grado de las carreras de Ingeniería Aeronáutica y afines.

Argentina, "...posee décadas de trabajo en el campo aeroespacial, con momentos de avance, estancamiento y/o retroceso..."



Foto: mirar la tierra desde el espacio  
CONAE 30 aniversario.  
[www.argentina.gob.ar](http://www.argentina.gob.ar)

La MCIMA es una carrera académica de modalidad presencial con plan de estudios personalizado y de oferta continua, categorizada como A por la CONEAU.

Las actividades curriculares incluyen el cumplimiento de al menos 540 horas de cursos regulares optativos que correspondan a una de las siguientes áreas de estudio: Aerodinámica y Fluidos, Dinámica Aeroespacial, Estructuras y Materiales Aeroespaciales y Aplicaciones Aeroespaciales. Además de los cursos regulares elegidos, el maestrando debe realizar 160 horas de actividades complementarias y acreditar conocimiento del idioma inglés. Las estrategias de aprendizaje adoptadas en la MCIMA están basadas en problemas/proyectos. La formación práctica se lleva a cabo dentro del desarrollo de los cursos, destinando gran parte de la carga horaria de los mismos a la resolución de situaciones problemáticas reales, propuestas por los docentes. Esto permite a cada estudiante abordar el estudio detallado de las variables que inciden en cada caso de análisis y, mediante el empleo del marco teórico correspondiente, proponer alternativas de resolu-

ción. Además, en la mayoría de los cursos se propone el desarrollo de un trabajo integrador en grupo y la presentación pública a los demás maestrandos, como parte de la evaluación. Las 160 horas de actividades complementarias, previstas en el plan de estudios, complementan la formación práctica del maestrando pues el mismo tiene la posibilidad de acreditar las horas en las que realice pasantías en centros de investigación, laboratorios y/o empresas, al igual que la asistencia a cursos, conferencias y/o congresos de la especialidad. La duración total del dictado de los cursos de la maestría es de 24 meses, con un plazo máximo de 4 años desde la admisión para aprobar la tesis de maestría.

Es importante notar que la MCIMA ha generado 19 tesis y decenas de artículos científicos en revistas y congresos con referato [9,10]. Además de los efectos que la maestría ha ejercido positivamente sobre las carreras de grado en Ing. Aeronáutica, se destaca también su influencia en otra actividades de investigación y posgrado en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Ha incrementado la participación de investigadores y becarios en proyectos multidisciplinarios con otras ingenierías e inclusive con especialistas de otras instituciones como la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación y el Observatorio Astronómico de la UNC.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todos los docentes que colaboraron en estos veinte años dictando cursos, dirigiendo tesis, y en tareas administrativas que han permitido el desarrollo y funcionamiento de la MCIMA. Especialmente a los profesores José Tamagno, Héctor Brito, Víctor Torregiani, Carlos Sacco, Walter Castelló y Gustavo Krause. También agradecemos a la FCEfyN de la UNC, a la FI del IUA y al Departamento de Aeronáutica de la UNC.



### REFERENCIAS

- [1] Vera, M.; Guglielminotti, C.; Moreno, C. (2015). La participación de la Argentina en el campo espacial: panorama histórico y actual. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 26, 326-349.
- [2] Escuela de Mecánica Aeronáutica de la FCEfyN (2021). Recuperado (18/03/22) de <http://www.esc.aeronautica.efn.uncor.edu>
- [3] Sánchez Peña, M. (1999). Experiencias espaciales argentinas en la Antártida. Recuperado (18/03/22) de <http://www.marambio.aq/expespant.htm>
- [4] Manfredi, A. (2005). Argentina y la conquista del espacio. Recuperado (18/03/22) de [http://www.histarmar.com.ar/AVIACION/Argy\\_laConquistadeLEspacio.htm](http://www.histarmar.com.ar/AVIACION/Argy_laConquistadeLEspacio.htm)
- [5] Alinovi, M. (2011). El sueño del lanzador propio. Página 12. Recuperado (18/03/22) de <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/futuro/13-2490-2011-03-13.html>
- [6] Hurtado de Mendoza, D. (2010). *Organización de las instituciones científicas en Argentina (1933-1996). Una visión panorámica*. En J. Russante, & M. López Pumarega (Eds.). Cuadernos ICES 3. (7-83). CNEA, Buenos Aires.
- [7] Elaskar, O.; Cavallero, R.; Murillo J. (2005). Lanzadores satelitales: ¿Cuestión de mercado o estado? Anales del Tercer Congreso Argentino de Tecnología Espacial. IUA, Córdoba, Argentina.
- [8] De Dicco, R. (2008). Acceso al espacio. Ciencia y Energía, pp. 1-11. Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- [9] Schulz, W.; Cid, G.; Elaskar, S. (2020). 2015- 2020 Academic, Research and Service Report of the Aeronautical Department of the National University of Córdoba. IJM CER, v.2, n.4, p.104-116.
- [10] Elaskar, S.; Cid, G.; Schulz, W. (2020). The Teaching of Gas Dynamics in the National University of Córdoba – UNC. IJM CER, v.2, n.5, p.388-402.

"...generar tecnologías conducentes al acceso, permanencia y regreso del espacio tienen un alto grado de dificultad científica y tecnológica (...). La calidad de recursos humanos formados es un aspecto fundamental para llevar adelante con éxito estos proyectos."