

---

# CIENCIA, INNOVACIÓN Y CAPITAL HUMANO PARA EL DESARROLLO AERONÁUTICO ARGENTINO. LA UNDEF FRENTE A LOS NUEVOS ESCENARIOS DEL PODER AEROESPACIAL NACIONAL.

EDUARDO LA TORRE\*

ALEJANDRO PÉREZ BIGOT\*

**I. Naturaleza institucional de la UNDEF. El aparato de defensa argentino como espacio objeto de reflexión y desarrollo de conocimiento pertinente.**

El proceso de construcción institucional de la Universidad de la Defensa Nacional (UNDEF) se estructura alrededor del concepto de densidad institucional como factor de integración transversal, interdisciplinariedad y sinergia de recursos. Este principio ordena la matriz de gestión actual de la Universidad, fundada en la consolidación del capital histórico expresado en la trayectoria de cada una de las unidades que la conforman. Ciertamente, cada uno de los institutos universitarios preexistentes a la Universidad (institutos vinculados al Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea, cada

---

\*Universidad de la Defensa Nacional, CRUC-IUA.

\*Universidad de la Defensa Nacional, Secretaría de Ciencia y Tecnología.

uno con autonomía propia) ha trazado su propia historia de desarrollo de conocimientos científicos, y aplicaciones tecnológicas, en relación a sus propias áreas disciplinares. La nueva estructura universitaria reconvierte los antiguos institutos en Facultades constitutivas de la UNDEF, manteniendo cada una de ellas la referencia a la fuerza que le dio origen (Ejército; Armada; Fuerza Aérea). Por su parte, las escuelas de formación de oficiales (fundadas en la segunda mitad del siglo XIX el Colegio Militar y la Escuela Naval, y en la primera del siglo XX la Escuela de Aviación) preservan su identidad institucional, al tiempo que entran a formar parte de la estructura general de la Universidad, entendida así como un nuevo complejo organizacional destinado a dar coherencia de conjunto a los diversos núcleos académicos vinculados a la defensa nacional.

El valioso patrimonio construido por escuelas e institutos a lo largo del tiempo aporta a los cimientos de una nueva estructura cuya fortaleza residirá en la aptitud para cohesionar capacidades y recursos bajo objetivos comunes, promoviendo una visión global integradora sobre la forma de concebir la producción de conocimiento para la defensa nacional.

En el campo global de la Educación Superior, desde principios del siglo XXI el concepto de *pertinencia* aparece como un elemento orientador de los debates sobre políticas universitarias. Introducido por la UNESCO en su conferencia mundial sobre educación superior realizada en París en 1998, este principio sostiene que la tarea de las Universidades *debe evaluarse en función de la adecuación entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que éstas hacen, remarcando que ello requiere normas éticas y una mejor articulación con los problemas de la sociedad y del mundo del trabajo.*

Para las Universidades Nacionales, el concepto de pertinencia se concibe con un claro sentido territorial. Pensar a la Universidad situada en su territorio implica concebir estrategias integradas de formación, generación de conocimiento y valorización de la investigación, surgidas de un diálogo interactores a nivel regional, orientadas de manera inteligente en función de núcleos temáticos claramente identificados, formulados y desarrollados.

El carácter singular de la UNDEF demanda una interpretación original del citado principio de pertinencia, por cuanto no se plantea aquí un compromiso territorial de contornos definidos, sino que existe una natural funcionalidad institucional relacionada con una esfera de política pública a nivel del Estado nacional. En lo que concierne específicamente a la dimensión de desarrollo tecnológico, es preciso lograr una eficaz articulación entre producción de nuevos conocimientos y demandas asociadas al funcionamiento de las Fuerzas Armadas (FFAA.).

Durante décadas, el complejo militar-industrial argentino ha representado para el país una importante fuerza de tracción, actuando como una verdadera *industria de industrias*, por su amplia diversificación productiva y su capacidad de multiplicación del entramado de proveedores y subcontratistas a que daba lugar, fundamentalmente pequeñas y medianas empresas en la base del sistema, generando una importante demanda de empleo calificado.

En el actual contexto socioeconómico, donde la agenda pública debe priorizar la promoción del empleo y la lucha contra la pobreza, toda iniciativa que contribuya a la generación de puestos de trabajo estables resulta de alta relevancia por su impacto en la sociedad. Claramente la innovación y la valorización del conocimiento abren oportunidades para actividades de producción de bienes y servicios de valor agregado. Es preciso identificar mercados potenciales de suficiente magnitud y sostenibilidad para el desarrollo de la oferta. El aparato de defensa nacional ofrece múltiples oportunidades para el fomento de nuevas actividades productivas de alto contenido tecnológico, no sólo aplicables dentro de las fronteras del país, sino en cooperación con fuerzas de países amigos en condiciones de complementación y colaboración.

## **II. El enfoque de cadenas de valor aplicado a la formulación de acciones de vinculación tecnológica desde el campo universitario.**

Desde la perspectiva conceptual introducida en el apartado anterior, la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNDEF ha decidido promover una tarea de análisis profundizado de las cadenas

de valor relacionadas con el sector de producción para la Defensa, considerando tanto al aparato industrial estatal (Fabricaciones Militares, el Complejo Industrial Naval Argentino, y la Fábrica Argentina de Aviones), como a proveedores privados nacionales y también a proveedores internacionales (en ambos casos, de bienes y servicios). La actividad apunta a la identificación de oportunidades para la valorización de la investigación en aplicaciones productivas, y también para el desarrollo de nuevas empresas de base tecnológica en relación a las necesidades de equipamiento y servicios de las FF.AA., sin perder de vista el potencial de difusión de sus beneficios a la órbita civil, siguiendo el concepto de uso dual de la tecnología militar.

En la esencia del proyecto, financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación, el problema fundamental abordado por la propuesta es el fortalecimiento de actividades de valor agregado y la creación de empleo, pues se concibe al aparato de defensa nacional contextualizado en un momento histórico en el que las cifras de pobreza alertan a la sociedad en su conjunto, constituyendo una preocupación para el Estado y la agenda pública. Desde esta perspectiva, las objetivas necesidades de equipamiento de las FF.AA. crean un importante potencial de fabricación y suministro de elementos de diverso tipo.

En segmentos específicos, el componente innovativo es determinante para la evolución tecnológica necesaria en el campo de la defensa (nuevos materiales aplicados a armamento, protecciones y unidades de transporte; electrónica aplicada a las comunicaciones, el control y el telecomando; software de gestión y de accionamiento de dispositivos mecanoeléctricos, sólo para citar algunos ejemplos). Allí es donde la articulación entre los recursos de la UNDEF y los requerimientos de las fuerzas debe efectivizarse por medio de acciones de valorización de la investigación, claramente dirigidas a objetivos precisos.

Volviendo al concepto de pertinencia de la Educación Superior, su validación encuentra en este caso un contorno nítidamente definido por el sector de la Defensa Nacional, en sus múltiples áreas y actores relacionados. En términos académicos, debe pensarse en una

estrategia de desarrollo que apunte a crear conocimiento relevante por su impacto, formando profesionales calificados en las diversas carreras ofrecidas por la UNDEF, promoviendo a la vez ámbitos de inserción atractivos para los graduados.

Proyectar, crear y consolidar nuevas empresas tecnológicas, basadas en el conocimiento, es una forma de asegurar un futuro sostenible para los jóvenes profesionales egresados de la UNDEF, y para los jóvenes investigadores que demuestren una clara vocación tecnológica vinculada a las aplicaciones industriales. Los recursos científicos existentes en la UNDEF deben contribuir a estos objetivos, mediante la intervención de investigadores y tecnólogos, y el uso de instalaciones y laboratorios que presten servicios de apoyo. Las denominadas empresas basadas en el conocimiento suelen mantener, a lo largo del tiempo, un estrecho vínculo con los centros científico-tecnológicos que les dieron origen, pues demandan servicios técnicos, trazabilidad de mediciones, validación de diseños, etc.

En los actuales contextos geopolíticos, el campo de la defensa nacional demanda teorías, modelos y tecnologías actualizados para la respuesta a problemáticas cambiantes y novedosas. La singularidad de cada espacio subregional requiere de conocimientos que resulten apropiados a demandas particulares de los aparatos de defensa, desde la formulación de corrientes de pensamiento estratégico propias, hasta la generación de materiales, dispositivos y servicios de producción nacional, demandados por las FF.AA., pero a su vez validados para su difusión hacia usos civiles.

La primera fase del proyecto se concentró en la cadena de valor de la industria aeronáutica, a través de un estudio encargado a un equipo del IUA dirigido por la Dra. Celina Amato<sup>1</sup>. El presente trabajo

---

1. Desarrollo de la Vinculación Tecnológica en la Universidad de la Defensa Nacional (Res. SPU 2354/2016), Convocatoria SPU 2016 / Centro Regional Universitario Córdoba - Instituto Universitario Aeronáutico, Facultad de Ciencias de la Administración / Informe sobre "Análisis de la cadena de valor de la industria aeronáutica" / Responsable: Dra. Celina Amato (UNDEF-CRUC/IUA). Colaboraron como becarias: Ana Clara Senn (Tec. Univ. en Adm.) y Camila Curti (Tec. Univ. en Adm.), alumnas de la UNDEF-CRUC/IUA.

analiza las conclusiones alcanzadas, poniendo de relieve el propósito político buscado a partir del estudio realizado: proveer elementos objetivos de soporte de decisión para fundamentar acciones de vinculación tecnológica a desarrollar desde la Universidad; en este caso, para las unidades asociadas al campo disciplinar en cuestión.

Desde su creación, la Universidad de la Defensa Nacional integra al Centro Regional Universitario Córdoba - Instituto Universitario Aeronáutico (CRUC-IUA) como una de las unidades académicas fundamentales que la componen. En sus 70 años de trayectoria, el IUA consolidó un capital de conocimientos específicos en materia de ingeniería aeronáutica y disciplinas relacionadas, convirtiéndose en un actor clave dentro de un entramado institucional que tuvo a la Fábrica Militar de Aviones (FMA), actualmente denominada Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA) "Brigadier San Martín" S.A., como eje vertebrador de un verdadero polo de desarrollo aeronáutico, iniciado con su fundación en 1927. Es de hacer notar que el IUA es la primera institución académica de nivel universitario del país, cuya concepción y génesis tuvo lugar dentro de un ámbito productivo de interés nacional, la por entonces FMA. A lo largo de décadas, la Fábrica experimentó vaivenes dentro de contextos políticos marcados por situaciones de inestabilidad institucional y cambios de paradigmas socioeconómicos, cuyas consecuencias afectaron sensiblemente su evolución en el tiempo. No obstante, aún cuando el principal agente demandante de tecnologías y recursos humanos mostraba altibajos en su potencial de actividad, el IUA pudo mantenerse relativamente a salvo, preservando su vitalidad como centro de producción académica especializado. Para mayores precisiones, cabe señalar que el IUA ingresa al sistema universitario argentino en el año 1971, mediante la aplicación del Art. 16º de la Ley 17.778 de Universidades Provinciales, Decreto 3179/71.

A través del *Programa de Acreditación y Financiamiento de Proyectos de Investigación (UNDEFI)* y de la implementación de la *Carrera del docente investigador científico-tecnológico*, la Universidad de la Defensa Nacional se propone sistematizar mecanismos de creación

de conocimiento pertinente en su área disciplinar, poniendo énfasis en el desarrollo de recursos humanos especializados, además de comprometidos en un sentido de pertenencia a la institución.

En esta dirección, se adoptó el modelo de *carrera de investigador* como forma de jerarquizar la idea de trayectoria planificada a largo plazo, no sólo en el campo científico sino también en la dimensión innovativa de generación de aplicaciones prácticas para el sector de la Defensa Nacional y para otros demandantes del ámbito civil (*uso dual*).

El IUA ha mostrado una fuerte implicación en ambas iniciativas, facilitada por la solidez de su propio capital intelectual, aportando de manera sustantiva al esfuerzo global de institucionalización de la función de I+D impulsado por la UNDEF.

La idea de analizar en profundidad la cadena de valor de la industria aeronáutica responde a las nuevas concepciones sobre el desarrollo local, fuertemente basadas en la conformación de redes de actores como factor de dinamización de los territorios. Como se planteó anteriormente, en el caso de la UNDEF el concepto de *pertinencia y pensar situado* no se asocia a un territorio físico, de alcances geográficos, sino más bien a un *territorio virtual* determinado por la organización del aparato industrial para la Defensa Nacional.

Por lo demás, la innovación se entiende hoy como un proceso circular del que participan de forma integrada los diversos actores del desarrollo (mallas interactores). De esta integración sinérgica surgen los resultados de la innovación. Innovación no sólo en productos y procesos básicos, sino en la totalidad de aspectos determinantes de las cadenas de valor. Las Universidades se piensan, desde esta perspectiva, como actores de los *Sistemas Nacionales de Innovación*. Dentro de esta definición general, la UNDEF encuentra su segmento específico de innovación en las áreas de política de defensa nacional, y en el complejo militar-industrial. Y aún más específicamente, al IUA corresponde una vinculación temática particular con FAdeA (subconjunto de lo anterior), y con la trama de empresas de diverso perfil asociadas al sector aeronáutico.

Conocer datos precisos y actualizados sobre la estructura y la dinámica de la cadena de valor de la industria aeronáutica argentina aporta elementos necesarios para *calibrar* acciones a desarrollar desde el IUA, inscriptas en la visión global de la UNDEF basada en el concepto de *valorización de la investigación* en el ámbito de pertinencia demarcado por el campo de la Defensa Nacional y su potencial de transferencia a la órbita civil.

### **III. La industria aeronáutica argentina en su contexto actual. Consideraciones desde una perspectiva institucionalista. La permanente vigencia del Triángulo de Sábato como modelo de representación.**

A nivel global, la industria aeronáutica se caracteriza por la complejidad, diversificación y densidad de los entramados productivos que de manera coordinada e integrada conducen a un producto final de alta exigencia tecnológica, cuya producción es intensiva en uso del conocimiento. Esta condición deja abierta la posibilidad de alianzas con institutos científico-tecnológicos especializados, abonando aquella figura de las mallas interactores.

El estudio encargado por la UNDEF al IUA, subraya un cambio de paradigma de organización de la industria aeronáutica (civil) mundial que resulta relevante a la luz de los conceptos de desarrollo local introducidos más arriba. Este cambio se sitúa en la década del 70', marcando una tendencia de evolución de modelos de integración vertical cerrados dentro de espacios nacionales, hacia modelos de cooperación entre compañías de diversos países, conformando redes de empresas orientadas a alcanzar adecuadas condiciones de escala para afrontar nuevos contextos dominados por la reconfiguración del sector aeronáutico.

La irrupción de formas novedosas de transporte aéreo en vuelos de menores distancias, a bajos costos, consolidó la aparición de nuevos actores operando aviones más pequeños, de menor costo de adquisición y mantenimiento. Este proceso dio lugar al desarrollo de eslabonamientos industriales, organizados bajo la forma



de *clusters*. Este modelo de organización espacial de la producción, donde una serie de firmas se radican en proximidad para facilitar sus intercambios bajo un proceso de agregado de valor, suele albergar además a otro tipo de agentes que prestan servicios especializados a las empresas, inclusive en materia de *investigación, desarrollo e innovación* (I+D+i).

Dentro del contexto señalado, dos casos internacionales resultan de especial interés en función de las proporciones del problema para la experiencia argentina: a) la industria aeronáutica sueca, que a pesar de su pequeña escala en comparación a los gigantes europeos, ha desarrollado un alto grado de competencia en el sector, a partir de una política nacional explícita de especialización selectiva; b) las empresas japonesas que han logrado insertarse como subcontratistas clave de empresas en Estados Unidos y la Unión Europea.

Embraer es el caso de mayor relevancia a citar, tanto por tratarse de una experiencia sudamericana valiosa por las similitudes culturales en cuanto a sus condiciones de desarrollo, como por la estrecha vinculación que existió con la industria aeronáutica argentina en sus orígenes. Esta compañía brasileña ha alcanzado un importante posicionamiento a nivel mundial, actuando como vértice de un conglomerado diversificado de firmas interrelacionadas en la producción y suministro de piezas y servicios. Puede afirmarse que la clave de expansión de la industria aeronáutica en el Brasil fue la integración de los sectores aeronáutico, espacial y de la defensa, hacia objetivos concretos de fabricación de helicópteros, aviones (comerciales y militares), planeadores, etc. Otro rasgo destacable de la experiencia brasileña es la apertura a la participación de proveedores globales, mostrando una cadena de valor de importante grado de internacionalización, consolidando la competitividad de Embraer como fuerza de tracción de todo el sector.

Esta acotación resulta oportuna para volver sobre el caso argentino, recordando que el proyecto IA-63 Pampa consistió en el desa-

rollo de un avión de entrenamiento avanzado con capacidades de combate, a partir de un acuerdo firmado a comienzos de la década de 1980 entre la Fábrica Militar de Aviones y la empresa alemana *Dornier Flugzeugwerke*. Hito de cooperación internacional relativamente reciente, que tampoco resulta sorprendente pues la Fábrica mantuvo lazos de colaboración con otros países desde su creación en 1927, especialmente con Francia, cuando la aviación del país galo era considerada un modelo y un faro de inspiración para la difusión de la técnica aeronáutica en el mundo. La cronología histórica elaborada por San Martín (2005) marca que en 1928 hace su primer vuelo el avión Avro 504 K “Gosport”, fabricado bajo licencia, y propulsado por un motor Gnome – Monosoupape de 110 HP, de fabricación francesa, al igual que el motor Hispano Suiza V8 que equipó al segundo avión fabricado bajo licencia, un Bristol F2 B Mark III. El tercer avión fue un Dewoitine D 21, de diseño francés, y además propulsado por un motor Lorraine Dietrich de 450 HP, producido también bajo licencia en la Fábrica, cuyo primer ejemplar local fue probado en banco en 1930. Este motor era el mismo que equipaba a los aviones Bréguet XIX A-2, también franceses, utilizados por la aviación militar de aquella época.

Más allá de los períodos de crecimiento y declinación experimentados cíclicamente por la Fábrica a lo largo del tiempo, puede objetivamente afirmarse que existe un sólido capital intelectual acumulado, valioso como activo intangible que reside en el patrimonio de conocimientos, tanto explícitos (planos, memorias técnicas, legajos, capacitación formal, etc.) como tácitos (habilidades, *tours de main*, atesorados por el personal experimentado). A lo anterior se suma la infraestructura conservada, conformada por edificios, hangares y pistas, el equipamiento industrial, utillajes y laboratorios de calibración y ensayos. No puede dudarse que todos estos recursos, aún fragilizados por políticas desacertadas, mantienen su capacidad para reordenarse, una vez más, como base sólida para traccionar un nuevo esfuerzo de desarrollo de la industria aeronáutica argentina. Es preciso apuntalar fortalezas ya demostradas (aquellas que forman parte de la identidad y la cultura industrial nacional del sector), al mismo tiempo que se adoptan solu-

ciones contemporáneas, adecuadas a la nueva lógica de los mercados y de los sistemas de defensa de los países, fuertemente influenciados por prácticas de integración y cooperación.

También en el caso argentino, FAdEa es la organización central que estructura una trama productiva compleja y diversificada. La historia de la Fábrica revela cómo la industria automotriz encontró en Córdoba condiciones propicias para desarrollarse, al asentarse sobre un territorio donde previamente la actividad aeronáutica, mediante fuerte intervención estatal, generó un tejido productivo de pequeñas y medianas empresas especializadas en procesos y tecnologías básicamente compartidas por ambas industrias. Luego, la industria automotriz pasó a ocupar el lugar predominante en la economía de la región, ofreciendo a los proveedores y contratistas la posibilidad de asegurar estrategias viables de supervivencia. Caracterizadas por su flexibilidad productiva, una importante cantidad de pequeñas y medianas empresas declara y afirma, razonablemente, su pertenencia a los dos sectores, pudiendo adaptar sus programas de producción a requerimientos provenientes de uno o el otro.

Otro factor relevante para el análisis está dado por el desarrollo institucional relacionado con la industria aeronáutica. En efecto, el conocido *Triángulo de Sabato*<sup>2</sup> (Conocimiento-Estado-Industria) encuentra aquí un nuevo ámbito de verificación, aunque con ligeras correcciones: FAdEa es Estado y es Industria a la vez; el INTI es Estado, y es Conocimiento a la vez. Precisamente, el INTI cuenta con un centro aeronáutico y aeroespacial especializado. Luego, el sector industrial de proveedores y subcontratistas institucionalizó su representación empresaria bajo la figura de la Cámara Argentina Aeronáutica y Aeroespacial (CArAE<sup>3</sup>). Por su parte, la UNDEF actúa en el primer vértice, a través del CRUC-IUA.

---

2. Considerado un *idealista entre pragmáticos* y un *humanista entre tecnólogos*, Jorge Sabato fue un exponente preclaro del pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y sociedad. Concibió un modelo de política de ciencia y tecnología simbolizado en un triángulo (que para el caso lleva su nombre) cuyos vértices representan al sector del conocimiento, al Estado y al sector productivo.

3. CArAE: [www.carae.com.ar](http://www.carae.com.ar).

Desde la óptica del presente trabajo, las aportaciones del INTI Aeronáutico y Espacial han sido relevantes en materia de conocimiento sobre la estructura del sector. El Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Aeroespacial emitió, en el año 2016, el denominado “Listado de empresas de industrias de tecnología aeronáutica y espacial y tecnologías adyacentes”, donde se exponen datos de más de doscientas organizaciones relacionadas en forma total o parcial con la actividad aeronáutica y espacial, incluyendo un resumen del perfil de actividad de las firmas. Focalizado en el problema, el INTI trabajó en la sistematización de información sobre las características del tejido empresarial, datos económicos generales, empleo, comercio exterior, compras y abastecimiento, maquinaria, innovaciones y procesos.

La CARAE agrupa a una treintena de empresas, mayoritariamente intensivas en el uso del conocimiento, especializadas en productos y dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos destinados a equipar aeronaves, vehículos espaciales, satélites y otros artefactos similares, incluyendo equipamiento terrestre de apoyo y desarrollo de software específico. El estudio encargado por la UNDEF, realizado por investigadores del IUA, cita autores que predicen el crecimiento de la cámara a la par del desarrollo de temas de actualidad como los relacionados a *Vehículos Aéreos No Tripulados* (VANT).

Desde la perspectiva institucionalista, North (1993) sostiene que los procesos de desarrollo se explican por la existencia de redes de instituciones que contribuyen a moderar la incertidumbre (factor *natural* en la economía) y actúan como mecanismos de gestión de la información (factor clave en la economía). Siguiendo a North, sería deseable que los procesos de agremiación se extiendan también a otros actores tradicionales del sector, como los *Talleres Aeronáuticos de Reparación* (TAR), principalmente PyMEs de servicios especializados.

Siendo que el Estado mantiene siempre su condición de actor decisivo en el desarrollo aeronáutico, todo esfuerzo de organiza-

ción institucional de las firmas del sector, fundamentalmente las pequeñas y medianas empresas, se traducirá en una mayor eficacia para la gestión de acciones de respaldo, por parte de la administración nacional, para la promoción de productos en el exterior, o la obtención de contratos vinculados a proyectos industriales, en un nuevo contexto internacional de *especialización horizontal*, concepto introducido para representar un modelo de integración flexible en localizaciones distribuidas, que permite la entrada a firmas de menor escala que alcanzan altos grados de especialización y calificación por parte de las grandes empresas demandantes de componentes y servicios. Aun así, el mercado mundial mantiene características oligopólicas, bajo el dominio de Boeing y Airbus. No obstante, el cambio en la fisonomía de las cadenas de valor que se observa aguas abajo ofrece oportunidades para países emergentes como la Argentina, cuyo sector aeronáutico se compone básicamente de PyMEs fabricantes de partes y proveedoras de servicios.

Dentro de las fronteras nacionales, el papel del Estado es determinante para el desarrollo del sector aeronáutico, por su capacidad de decisión en materia de transporte (de pasajeros, asociado a negocios y turismo, y de carga), seguridad interior y de defensa nacional. Este concepto generalista, pues resulta aplicable a cualquier país, encuentra para el caso argentino una situación de singularidad, dado que existen aquí capacidades industriales locales que permiten además proyectar un claro impacto socioeconómico a partir de decisiones de política pública, movilizando recursos y empleo no sólo en el sector de defensa o de servicios para transporte aéreo y mantenimiento, sino fundamentalmente en el sector industrial. Aquí cabe subrayar que la Argentina arrastra una tendencia deficitaria en la balanza comercial del sector aeronáutico, producto de una marcada asimetría entre el volumen importado y exportado. Prácticamente la mitad de las firmas se dedica a la fabricación de piezas, componentes y aeropartes, mientras que la proporción de empresas que exportan alcanza a un 40% del total. Cifras relevantes para todo análisis de prospectivas.

#### **IV. Un ejemplo práctico del valor del institucionalismo. Las acreditaciones y certificaciones como factor de calificación de las empresas en mercados exigentes.**

Entre otras cosas, este trabajo pretende poner de relieve el valor de las construcciones institucionales como factor determinante del funcionamiento de las economías. El estudio encargado por la UN-DEF al IUA revela la existencia, entre las firmas del sector, de debilidades marcadas en materia de certificaciones de sistemas de gestión de la calidad y de certificaciones de producto, aun cuando la tradición argentina en el campo de la normalización se remonta a 1935, año de fundación del IRAM<sup>4</sup>, y consolidada en 1994 con la creación del Sistema Nacional de Normas, Calidad y Certificación, que además de reconocer oficialmente al IRAM como *instituto nacional de normalización*<sup>5</sup>, agrega la nueva figura de entidad nacional de acreditación<sup>6</sup>. En materia de calibración de instrumentos de medición (tema sensible en la actividad industrial), el INTI (creado en 1957) desempeña el rol de *instituto nacional de metrología*, actuando como depositario de los patrones nacionales de medida<sup>7</sup>, de forma de asegurar trazabilidad al *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM). En la división conceptual entre campo voluntario y campo regulado, también el sector de la industria aeronáutica muestra escasos niveles de conocimiento y aplicación de reglamentos técnicos aeronáuticos, como por ej. las certificaciones de producto de la propia ANAC<sup>8</sup> (Administración Nacional de la Aviación Civil).

Con agudeza analítica, el trabajo del IUA recoge una advertencia sobre un aspecto crítico acerca de la relación entre FAdEa y sus proveedores y contratistas, al señalar que la Fábrica, al absorber

---

4. El IRAM fue creado en 1935 como *Instituto Argentino de Racionalización de Materiales*.

5. A partir de ese momento, el IRAM pasó a llamarse *Instituto Argentino de Normalización*. Años más tarde, modificó su denominación por la de *Instituto Argentino de Normalización y Certificación* ([www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar)).

6. Esta función es ejercida por el *Organismo Argentino de Acreditación* (OAA): [www.oaa.org.ar](http://www.oaa.org.ar)

7. El *Instituto Nacional de Tecnología Industrial* (INTI) gobierna la estructura metroológica nacional a partir de la sanción, en el año 1972, de la Ley 29.511 ([www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)).

8. ANAC: [www.anac.gov.ar](http://www.anac.gov.ar).

gestiones para la aprobación de productos ante la autoridad aeronáutica, relega a un ángulo de sombra a aquellas firmas, afectando su aptitud para ser reconocidas con calificaciones e identidad propias en los circuitos de contrataciones nacionales e internacionales.

En la práctica, montar un sistema de gestión de calidad implica documentar procesos y construir indicadores que permitan realizar mediciones para la mejora continua. Ello implica un diseño conceptual estructural y una arquitectura equilibrada de la pirámide de documentación, buscando el criterio apropiado a la lógica de funcionamiento de la organización. Luego, es preciso ordenar procesos y redactar con claridad los procedimientos que establecen métodos de gestión, asegurando su aplicación efectiva por parte de personal entrenado, bajo las directivas de una política de calidad claramente expresada, y sostenida por la alta dirección. Documentar procedimientos requiere de capacidades de redacción apropiadas para especificar sin margen de dudas la secuencia de ejecución de una tarea o proceso, utilizando un lenguaje técnico elaborado. La definición de indicadores, la implementación de auditorías y la conducción de procesos de mejora requieren, para ser eficaces, de una sólida preparación técnica y profesional. Este es un terreno donde la cooperación con el sector universitario ofrece amplias posibilidades de desarrollo para las PyMEs, por cuanto las Universidades han sido activos protagonistas de la actividad tanto del IRAM como, más recientemente, del OAA. Asimismo, la metrología y la gestión de calidad está presente en los contenidos curriculares de las ingenierías, y suele ser objeto de estudio en proyectos de I+D. Es decir, existe en el ambiente universitario un capital de conocimientos especializados que puede ser transferido a las firmas del sector con el propósito de asistirles hacia la certificación de productos y procesos, además de la oferta permanente de servicios de laboratorios de calibración y ensayos.

En línea con lo analizado en los párrafos anteriores, el ingreso a circuitos de reconocimiento de competencias técnicas y certificaciones alienta las políticas de diseño y desarrollo de producto, por cuanto abre perspectivas de penetración en mercados exigentes.

La evolución en materia de política de producto puede demandar nuevos materiales, dispositivos o procesos. Es aquí donde el primer vértice del *Triángulo de Sábato* pone a prueba la capacidad del sector del conocimiento para articular procesos de valorización de la investigación orientados a resolver demandas tecnológicas concretas de los fabricantes, principalmente las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs), carentes de recursos para solventar desarrollos propios.

**V. El CRUC-IUA como actor relevante para una agenda aeroespacial nacional. Rasgos salientes de un perfil institucional con alto potencial académico, científico y tecnológico.**

En este plano, desde su creación, el IUA mantuvo una sólida implicación tecnológica con el sector aeronáutico. Este rasgo institucional está en su marca de origen, que se cristalizó en un sinnúmero de proyectos y desarrollos exitosos, surgidos en el seno mismo de su Centro de Investigaciones Aplicadas (CIA – IUA), mencionándose algunos de los más destacados, tales como el diseño de un microsatélite de observación denominado *VICTOR*, las toberas del cohete *TRONADOR I*, un motor de plasma dentro del área de las energías exóticas para uso en el espacio y la creación de un biocombustible a base de aceite de soja para de uso aeronáutico, denominado *BIOJET*. En la actualidad, la producción en ciencia y tecnología se desarrolla en la Facultad de Ingeniería (FI), a través de proyectos radicados en los departamentos de mecánica aeronáutica, de telecomunicaciones, de informática y de electrónica, combinándose de manera equilibrada con la generación de conocimiento sobre cuestiones de organización y logística, promovidas desde la Facultad de Ciencias de la Administración (FCA).

En cuanto al desarrollo de capital humano para el sector aeronáutico, el hoy CRUC-IUA sostiene una oferta académica de carreras de grado en las áreas de Ingeniería aeronáutica, Ingeniería en telecomunicaciones, Ingeniería electrónica e Ingeniería informática.



Bajo la modalidad a distancia se dictan asimismo las carreras de contador público y las licenciaturas en Administración, en Recursos Humanos y en Logística. A nivel de posgrado se dictan maestrías en Ciencias de la Ingeniería (Mención Aeroespacial), en Ingeniería de Sistemas Embebidos y en Sistemas de Radar e Instrumentación; y carreras de especialización en Sistemas Embebidos, en Seguridad Informática y en Sistemas de Radar e Instrumentación.

En suma, un volumen importante de producción científica, desarrollo tecnológico y programas de formación académica y profesional en grado y posgrado.

Como puede apreciarse a lo largo de la lectura del trabajo, se observan márgenes de crecimiento explotables en materia de asistencia técnica a empresas del sector aeronáutico, tanto en lo referido a materiales, dispositivos y herramientas computacionales, como en lo relativo a las tecnologías de gestión y organización, necesarias para mejorar perfiles competitivos necesarios para aprovechar los avances tecnológicos y de escala productiva que puedan alcanzarse.

La política de fortalecimiento de la vinculación tecnológica en la UNDEF se propone dinamizar los lazos de interacción con los actores productivos vinculados a la Defensa, desde una visión amplificada a sectores relacionados, desde un concepto de *uso dual* que es claramente útil para comprender, a modo de ejemplo, las razones por las que la relevancia económica alcanzada en Argentina por la industria automotriz y autopartista ha permitido sostener una trama industrial cuyos perfiles de especialización crean zonas de intersección con la industria aeronáutica. Existe por lo tanto una capacidad latente, con alto potencial para ser desarrollada.

La adquisición de equipamiento para la Fuerza Aérea es uno de los vectores capaces de dinamizar la cadena de valor aeronáutica, así como también los recursos tecnológicos asociados al desarrollo local de componentes y dispositivos de recambio que toda importación de material sofisticado, de considerable vida útil, demanda. A lo anterior suele agregarse, asimismo, la capacitación y perfeccionamiento del personal necesario para operar y mantener

los sistemas en cuestión. Se considera que los conceptos, datos y reflexiones expresados a lo largo del presente trabajo pueden ser aún mejor comprendidos si los mismos son complementados por la presentación de una *reflexión de caso*, desarrollada en el apartado siguiente, vinculada a experiencias de la Fuerza Aérea en materia de decisiones lógicas de reequipamiento.

## **VI. La Fuerza Aérea de la posguerra. Una visión situada acerca de la tecnología aeronáutica y el paso del tiempo.**

Retomando el concepto ya enunciado del categórico desbalance tecnológico y de la cantidad/calidad de medios disponibles entre las fuerzas enfrentadas, cabe señalar que el conflicto del Atlántico Sur se desarrolló en un escenario que impuso a las partes, operar los mecanismos de fuego en condiciones extremas. En particular, para la Fuerza Aérea Argentina, esta situación fue determinante.

La distancia física al teatro de operaciones respecto del continente, puso a los medios aéreos al límite de sus autonomías, a la vez que, la casi imposibilidad técnica de proyectar el poder aéreo contra la flota británica (*Task Force*) desde las Islas, hizo que las aeronaves de combate y de transporte de la Fuerza Aérea, operasen en condiciones extremas respecto de sus capacidades, lo que obligó en muchos casos, a dejar de lado las recomendaciones del fabricante respecto del uso conservativo de los medios, las inspecciones rutinarias cíclicas y los tiempos de reparación/reposición/rotación del material, todo ello en pos de la disponibilidad inmediata de las aeronaves para una nueva misión y de satisfacer los empleos que le fueran demandados mediante las diversas órdenes fragmentarias.

El trabajo de mantenimiento en campaña realizado por al escalón técnico (bajo condiciones de un clima riguroso, propio del invierno patagónico), se dificultó además, por tareas que no estaban contempladas en los manuales de mantenimiento de las aeronaves, tales como los procesos de reparación por daño estructural infringido a las aeronaves durante el ataque, como consecuencia de los impactos recibidos.

Para los pilotos militares, atacar y sobrevolar el objetivo naval o terrestre sin mecanismos de autodefensa, totalmente expuestos y con la problemática de escapar a ras del mar para no ser interceptados, volando a máxima potencia y por lo general en un ambiente turbulento, constituyó la única manera de asegurar al menos, una probabilidad de supervivencia frente a pronósticos y estadísticas que eran muy desfavorables.

Como consecuencia de este modo extremo de operar el material, se sometió a las grandes estructuras de las aeronaves (alas y fuselaje), a un estrés considerable y difícilmente cuantificable, que afectó de manera mucho más profunda y riesgosa, a las estructuras de las superficies móviles (alerones, flaps, frenos aerodinámicos y spoilers), acelerando el envejecimiento de manera prematura, lo que se comenzó a visibilizar en los años '90, con el desprendimiento de algunas tomas de fuerza en alerones y la aparición de pequeñas fisuras.

Simultáneamente y con éstos primeros indicios, la Fuerza Aérea inició el proceso de desprogramación paulatina de algunos Sistemas de Armas, y comenzó a plasmar un mecanismo de reemplazo en alguno de ellos, lográndose por ejemplo superponer con éxito, la salida de los nobles Douglas A-4B/C "Skyhawk" (halcón del cielo), con la llegada de los 36 "modernizados" Douglas A-4AR "Fightin-ghawk" (halcón cazador).

Lamentablemente no ocurrió lo mismo con otros Escuadrones, citando a tal fin, la reciente desprogramación del Sistema Dassault Mirage en todas sus versiones y su retiro del servicio activo en el año 2017 (sin reemplazo), por haber alcanzado el límite de su vida útil operativa.

La experiencia de la llegada de los AR de aquel momento (1997 a 2000) fue muy positiva y bien recibida por los diezmadados Escuadrones Aéreos de Combate. Se recuperaron de este modo 10 aeronaves A-4B y otras 10 aeronaves A-4C, perdidas en combate. Paralelamente y con idéntica finalidad, acababa de concluir la reposición de las aeronaves IA-58 "Pucará" perdidas en Malvinas, por parte de la Fábrica Militar de Aviones (FMA).

Sin embargo, las restricciones económicas y presupuestarias existentes en la Argentina hacia finales del siglo XX y las decisiones políticas que acompañaron al proceso de incorporación de los AR, impusieron un giro al concepto existencial de la industria aeronáutica nacional, cerrando un capítulo que en algún momento de su historia la situó en un lugar de liderazgo y privilegio regional, para abrir otro, el de la privatización en manos de la internacional Lockheed Martin, conocida en el país como LMAASA (Lockheed Martin Aircrafts Argentina S.A.).

El subtítulo de este apartado anuncia una reflexión acerca de la tecnología aeronáutica y el paso del tiempo. Ciertamente, el proceso de incorporación de un nuevo material en el ámbito aeronáutico merece una particular consideración, en razón de las capacidades que se pretendan adquirir o fabricar, las ofertas que se encuentran disponibles por quienes tienen el poder de liberarlas y los recursos con los que se cuenta, al momento de congelar una intención de compra.

Cuando se habla de material para el combate, surge además una variable importante que será la tecnología disponible, y su compatibilidad con el armamento portante o el que se desea incorporar, constituyendo en su conjunto un todo, es decir, una capacidad para el Aparato de Defensa.

En este sentido, la modernización de las células de los Douglas A-4M existentes en los Estados Unidos y la posibilidad de incorporarles la tecnología de los Lockheed Martin F-16 "Fighting Falcon" (Block 50 - versión de software más avanzada y conocida de esa época), un radar con capacidad para el combate aire/aire a corta y media distancia y la precisión del módulo de navegación y tiro, montado sobre plataformas inerciales asistidas por giróscopos lásericos, constituyó un verdadero desafío para la Fuerza Aérea, ya que significó abandonar el vuelo por instrumentos de agujas propio de las aeronaves de la década de 1960, para iniciar el vuelo operando sistemas asistidos por computadoras e interconectados a través de un bus de datos.

En términos de tiempos cronológicos, decidida la incorporación de los AR y a quince años de haber finalizado la Guerra de las Malvinas, el desafío más importante fue recuperar treinta y cinco años de atraso tecnológico, lo que confirmó que con el transcurso del tiempo, la tecnología se modifica de manera exponencial y crea una barrera difícil de sortear.

La experiencia ha demostrado que el tiempo que transcurre desde el momento en que se adopta la decisión de compra o de fabricación del material hasta la llegada del mismo a las bases aéreas, oscila entre cuatro a cinco años calendario y el esfuerzo que demandará luego, hacer que ese medio alcance el 100% de su capacidad operacional, tardará otros cinco años más.

Transfiriendo el mismo pensamiento a la situación actual en la que se habrá de analizar el Aparato de Defensa, las capacidades disponibles de la industria aeronáutica nacional y la cadena de valor, y el desafío que los desarrollos tecnológicos disponibles nos proponga, es dable imaginar que el futuro aeronáutico que se pretenda encarar, habrá necesariamente de transitar por escenarios similares a los ya descriptos, o quizás, de una mayor complejidad. El Estado, la industria y el sector del conocimiento deben estar preparados, de forma articulada, para afrontar este desafío. La UNDEF y el CRUC-IUA cuentan con medios intelectuales, materiales y tecnológicos para acompañar decisiones de adquisición de equipamiento aeronáutico, bajo una visión prospectiva de carácter sistémico que integre a todos los actores del sector, actuando de manera coordinada bajo una dirección estratégica compartida.

## Bibliografía

Comité international des poids et mesures (1999). *Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie*. Paris: Bureau International des Poids et Mesures.

Comité international des poids et mesures (2003). *Evolution des besoins dans le domaine de la métrologie pour le commerce, l'industrie et la société et le rôle du BIPM*. Paris: Bureau International des Poids et Mesures.

North, D. C. (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

P. Bigot, A. (2008). *Vinculación tecnológica y competitividad industrial de los territorios. El rol de los laboratorios universitarios en el desarrollo de las infraestructuras de calibración y ensayos*, pags. 111 a 142, en *Extensión Universitaria y Vinculación tecnológica en las Universidades Públicas*, Colección Universidad y Política, Centro de Estudios sobre Universidad y Educación Superior. San Miguel de Tucumán: Ed. Universidad Nacional de Tucumán.

San Martín, F. G. (2005). *Historia de la Fábrica Militar de Aviones*. Córdoba: Ediciones del Corredor Austral.